

动植物生活中的微量元素

上 册

A. П. 維諾格拉多夫主編

科 学 出 版 社

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОТДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
ВСЕСОЮЗНАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

*(Труды Конференции по микроэлементам
15—19 марта 1950 г.)*



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1952

58.84317
743

动植物生活中的微量元素

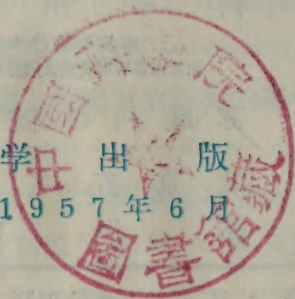
(上册)

A. П. 維諾格拉多夫主編

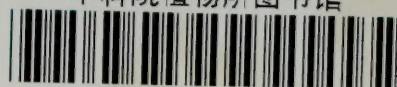
邓鴻举 陈業文 楊春明等譯

科学出版社

1957年6月



中科院植物所图书馆



S0019199

內 容 提 要

本論文集是 1950 年 3 月举行的，全苏第一次微量元素會議的資料，是苏联近年来对最主要的微量元素——鈷、碘、錳、硼、溴、鋅、鉬和銅等在动 植物机体内的作用的試驗研究結果綜合，本書在微量元素的生理学方面提供了許多新的發現。

原書分上下兩冊譯出，上册結合目前需要选譯了 39 篇主要的論文，对植物栽培学，动物飼养学，农業化学等領域有很大的帮助。

动植物生活中的微量元素

原編者 [苏]維 諾 格 拉 多 夫

翻譯者 邓鴻举 陈業文 楊春明 等

校訂者 陈 耕 陶

出版者 科 学 出 版 社

北京朝陽門大街 117 号

北京市書刊出版業營業許可証出字第 061 号

原 文 出版者 苏 联 科 学 院 出 版 社

印刷者 北 京 五 三 五 工 厂

总經售 新 华 書 店

1957 年 6 月第 一 版

書号：0688 字数：415 000

1957 年 6 月第一次印刷

开本：850×1168 1/32

(京)0 001-4,290

印张：15 5/8 插頁：3

定价：(10)3.40 元

目 录

序言.....	(i)
微量元素肥料在苏联农业中的应用.....	O. K. 喀德洛夫-济赫曼(1)
微量元素对于提高谷类作物产量的影响.....	
.....A. Я. 柯金 Д. А. 拉奇科娃 К. И. 古丽尼娜(15)	
微量元素对于纤维用亚麻和紅車軸草种子的品质和产量的影响.....	
.....Л. И. 彼特罗娃(36)	
微量元素对棉花产量的影响.....	Е. А. 古吉柯(46)
微量元素对揮發性油料作物的影响	М. Н. 澤楚尔(50)
微量元素对观赏作物的影响.....	В. И. 阿帕拉佐娃(54)
播种前用微量元素溶液处理种子对于农作物产量的影响.....	А. З. 拉姆宾(57)
天然放射性元素及其生物学作用.....	А. А. 德罗布科夫(79)
微量元素对提高植物抗病性的作用.....	
.....Т. Д. 斯特拉霍夫 Т. В. 雅洛山科(104)	
关于硼素肥料的有效性及其施用条件	М. В. 卡塔雷莫夫(117)
在施用石灰的酸性灰化土壤上硼素对农作物的影响	
.....О. К. 喀德洛夫-济赫曼(127)	
論硼的生理作用及不同植物对硼的需要随环境因素而轉移	
.....М. Я. 什科里尼克 Н. А. 馬卡罗娃 М. М. 斯切克洛娃(151)	
硼对植物醣类代謝的作用	В. В. 雅柯夫列娃(170)
硼对車軸草和苜蓿果实形成及产量的影响	С. И. 列別捷夫(187)
硼镁肥料是提高車軸草种子产量的因素.....	Е. П. 特列巴切夫(195)
硼肥对于不同土壤上的留种車軸草和留种苜蓿的影响.....	
.....Е. В. 基雅科娃(202)	

- 在吉尔吉斯共和国内硼素对豆科飼料牧草种子产量的影响..... С. Г. 耶尼喀耶夫(206)
- С. Г. 耶尼喀耶夫(206)
- 硼肥对提高飼用甜菜产量的作用..... И. А. 波斯彼洛夫(210)
- 論硼肥在棉花种子繁育中的意义..... С. С. 阿巴耶娃(226)
- 施用石灰和各种硼肥对馬鈴薯和蕎麦产量的影响..... А. Ф. 阿加芳諾娃(230)
- 硼素与植物的其他無机营养元素的相互作用及
- 硼素对累积叶綠素的意义..... Е. Д. 布斯洛娃(243)
- 論帶有乳腺的植物中硼的含量..... Г. С. 賽沃罗特金(262)
- 在格魯吉亞的土壤条件下硼和錳对于提高
- 农作物單位面积产量的影响..... А. Д. 梅納加里什維利(269)
- 硼、錳、銅对提高亞麻产量的作用..... Я. В. 彼依維(280)
- 硼和錳对于向日葵产量的影响..... А. Д. 斯米尔諾娃(292)
- 硼、鋁和其他微量元素对种子發芽影响的試驗..... В. П. 庫茲涅佐夫(300)
- 鋁对豆科植物的产量和化学成分的影响..... И. А. 切尔納維娜(308)
- 鋁在植物生活中的作用..... А. А. 德罗布科夫(326)
- 鋁及其生物学作用..... Х. Г. 維諾格拉多娃(334)
- 銅对植物的生理意义及其对于产量的影响..... М. М. 奧昆錯夫(364)
- 銅对馬鈴薯的生長和發育的影响..... Н. С. 阿尔汉捷里斯卡婭(376)
- 鋅对农作物产量的影响..... М. В. 卡塔雷莫夫 А. А. 施尔索夫(384)
- 微量元素在动物体内的生理学作用..... В. В. 科瓦里斯基(389)
- 碘在甲狀腺生理学中和在防治地方性甲狀腺腫中的作用.....
- О. В. 尼科拉也夫(410)
- 鈷对动物有机体的作用..... В. В. 科瓦里斯基(419)
- 鈷和銅在农畜飼养中的意义..... Я. М. 貝尔金(455)
- 嗜异癖的特殊形态——沼澤地病——及其用鈷鹽的治疗.....
- И. А. 卡阿尔捷(481)
- 关于鎳在动物体和人体内的存在及其作用..... А. О. 沃依納尔(489)

序 言

微量元素是广泛分佈在自然界——在有机体、土壤、水和岩石中的化学元素，虽然数量極為微小，但它們在动植物有机体的生活中有着極其重大的作用。人的健康，农畜的健康以及各种作物的高額产量往往是与土壤和水中存在足够数量的某些微量元素(鈷、碘、錳、硼、溴、鋅、鉬和銅等)联系着的。

在呼吸色素、維生素、激素、酶及其他参与調节生活过程的有机物質的成份中，含有許多种的微量元素。

В. И. 維尔納德斯基(Вернадский)第一个指出了微量元素在生命現象中的特殊作用，他創立了生物地質化学(биогеохимия)，并从理論上深入地論証了這個問題。由于研究了在土壤和水中微量元素不足或过多的影响下有机体的变異和疾病的發生，新的科学部門——生态化学(химическая экология)获得了發展。

大家都已承認微量元素对动植物有机体的作用。

当使用鈷不足的土壤上生产的飼料时，农畜——綿羊、山羊、牛，首先是怀孕的和高产的乳牛，便会患在拉脫維亞苏維埃社会主义共和国称之为干癆的貧血症。在灰化土、砂壤土、沼澤土和泥炭土中鈷含量不足 1.5 毫克/千克时，农畜，特別是反芻类农畜也会患貧血症。

使用鈷制剂来治疗上述疾病已产生了良好的效果。

氯化鈷礦物質补充飼料对患貧血症的各种农畜能产生治疗作用，而对健康的牲畜則能产生預防作用。这就是把鈷素列为能完成

重要生理机能的必需营养元素的根据。

硼在植物生命中的生理学作用是很大的。在与其他矿物质营养元素(氮、磷、镁、硫)起相互作用时,硼能影响植物的总发育,影响叶绿素的形成,能加强植物的新陈代谢和醣类代谢,能提高各种作物(马铃薯、向日葵、糖用甜菜、车轴草及其他许多作物)的产量,同时可改良它们的品质。

在社会主义农业的实践中正在广泛地使用着硼微量元素肥料,以提高各种作物的产量和改良它们的品质。

铜对植物的生活也有着很大的意义。在土壤中严重缺铜时,植物的,特别是谷类作物的叶子即呈白色并开始衰亡。植物的这种病在文献中称之为白瘟(белая чума)或耕作病(болезнь обработки)。植物缺铜时所表现的特征为生长、发育和繁殖器官形成的停滞。

在泥炭土上使用铜肥能产生巨大的效果。应用这种农业技术就能开垦出从前不能利用的广大土地面积来栽培农作物。

动物食料中铜不足时,能引起动物患一种特殊疾病——嗜异癖而喂用小量的铜(用硫酸铜)则可顺利地治愈这种疾病。

锌对农业有着重大的意义,它可增强植物的抗寒力并能良好地影响油桐和柑橘等植物的发育。锌也为动物有机体所必需。它可加强与动物繁殖和生长过程有关的许多激素的作用。

在很长时期内,把植物体内钼的经常存在认为是偶然的。但是试验研究表明,在与基肥一起施用小量钼时能显著地提高车轴草、苜蓿、亚麻和豌豆等的总产量和种子产量。钼的生理学作用比从前所想像的广泛得多,经查明,钼参加硝酸盐还原,因为在植物叶子中无钼时硝酸盐则集聚起来而不能形成蛋白质。

钼能加强寄根性固氮微生物及其他固氮微生物对氮的化合作用。

微量元素在医学上也起着很大的作用。维生素 B₁₂ 就可作为这方面的一个例子,维生素 B₁₂ 的成份中含有钴,是造血作用和中止恶性贫血病程的有力因素。在防治人的甲状腺肿症时,可顺利地使用

碘。在苏維埃政权建立后的数年内,在許多山区由于使用加碘食鹽,甲狀腺腫症已被消灭。

这本文集是苏联科学院化学研究所和生物學研究所与全苏列宁农業科学院于1950年3月共同召开的全苏第一次微量元素會議的資料。

参加會議的約有300位各科学研究机关的代表。在会上听取并討論了60多篇报告和發言。

會議的注意力主要是集中在研討我国在微量元素硼、錳、銅、鋅、鈷、鉬、碘、溴、放射性元素及其他元素方面所进行的試驗研究。

會議作出了在苏联进行微量元素科学研究工作的总结,确定了进一步發展这一領域的研究的途徑,拟出了保証微量元素科学工作的發展和在国民經济各个部門中应用微量元素的組織措施。

为了帮助苏联科学家在植物栽培学、动物飼养学、生理學、生物化学、农業化学和医学方面的微量元素工作获得全面的进一步發展及互相配合,根据苏联科学院主席团1950年7月26日的決議成立了微量元素委员会,并由委员会准备了这次會議的資料的出版工作。

在我們社会主义农業条件下微量元素工作的前途是極其远大的。而这本文集的出版只能認为是这一对国民經济具有重大意义的工作的最初阶段。

在我們的面前,正面临着艰巨的、集体的、要深入地周密考虑的工作,在进行这项工作时必须全面考虑到科学工作的現有經驗和实践的要求。

这一新領域中的成就,無疑地將会被載入祖国科学发展史中新的光輝的一頁。

苏联科学院微量元素委员会



微量元素肥料在苏联农业中的应用

О. К. 喀德洛夫—济赫曼

为了提高单位面积产量，集体农庄和国营农场广泛地采用苏联先进科学和技术的成就。目前，集体农庄已经得到巩固，我国农业发生了根本的变化，从而为现在还没有被运用或运用规模很小的各种农业技术措施，创造了极为有利的發展条件。

这些措施之一，便是使用微量元素肥料。虽然它有很高的效力，但目前我们还没有给以应有的注意。

由于苏联科学家们所进行的许多次研究的结果，在我国的条件下，使用微量元素肥料的科学原理已被周密地阐明了，这样，在许多问题方面的有价值的成就丰富了苏维埃科学，这些问题对于解决重要任务——应用微量元素肥料作为提高集体农庄和国营农场单位面积产量的极为有效的因素——具有现实的意义。

苏联科学家在研究微量元素对于农作物的影响的成就中，有着特别重要意义的，是弄清楚以下几个问题：在不同土壤和不同植物中微量元素的含量；微量元素对于农作物的生长、发育和产量的影响；微量元素对植物体的化学组成和新陈代谢的影响 [В. И. 维尔纳德斯基, А. П. 维诺格拉多夫 (Виноградов), М. Я. 什科里尼克 (Школьник), Е. В. 波布科 (Бобко), А. В. 索柯洛夫 (Соколов), П. А. 夫拉修克 (Власюк), Я. В. 彼依维 (Пейве), М. А. 别洛乌索夫 (Белюсов), М. В. 卡塔雷莫夫 (Каталымов) 等]。

在农业生产的实践中，我国已经推广了硼、铜和镁的微量元素肥料。

上面所列举的一些学者和其他苏联学者 [В. В. 雅柯夫列娃

(Яковлева), И. А. 波斯彼洛夫 (Поспелов)] 对于硼对农作物的影响进行了許多的研究。学者們極為精細地研究了以下的問題: 硼对于各种农作物的生長、發育和产量的影响; 硼在植物体中所进行的各种过程中的作用; 硼对于植物体的化学成分和产品質量的影响; 硼对于植物体中营养元素的进入和积累的影响; 硼对于植物机体本性的影响; 硼在土壤中的含量; 以及硼对于土壤中进行着的化学的和生物学的过程的影响, 在不同的土壤上栽培主要作物时硼肥的效果等。

試驗确定在灰化土上使用硼肥具有特別重要的意义。在这些土壤中施用石灰时, 硼肥的效果特別显著。但在另方面極為普遍的意見是, 在不施石灰的灰化土上, 硼肥也可以出現良好的作用。

在施用石灰的灰化土上, 硼肥的良好作用, 只有在对于植物的生長和發育有着良好的条件, 即在土壤綜合体中、在土壤溶液中鈣与鎂的比例正常时, 才充分的表現出来。因此, 通常是在硼肥和鎂肥同时施用的情况下获得的效果最大。关于硼肥在施用石灰和不施用石灰的灰化土上的高度效果, 根据本文作者所領導的全苏肥料农業技术及农業土壤研究所、白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院社会主义农業研究所, 以及季米里亞捷夫农学院农業化学研究室进行的許多試驗材料証明, 可能是由于施用了鎂肥的緣故。

根据全苏肥料、农業技术及农業土壤研究所石灰實驗室 И. Д. 彼得洛夫 (Петров) 在莫斯科省扎郭尔区“列宁之路”集体农庄所进行的一个栽培飼用甜菜的大田試驗, 闡明了這個問題。在这个試驗中使用: 石灰肥料——石灰石 (9 吨/公頃) 其中含有少量的鎂; 硼肥——硼砂 (3 公斤/公頃硼); 鎂肥——硫酸鎂 (50 公斤/公頃氧化鎂)。获得的主要成績如表 1 所示。

从表 1 的材料中看出, 不仅在施用石灰的土壤上硼显著地提高了飼用甜菜根的产量, 在不施用石灰的土壤上, 也同样地提高了它的产量。同时在施用石灰的土壤上, 在施用鎂肥的情况下, 获得的增产量更多 (由每公頃 56 公斤增至 71 公斤)。这些材料使人信服地說明, 在施用石灰的酸性灰化土中, 硼鎂肥料配合施用的合理性。

表 1 硼在灰化土上对于飼用甜菜根产量的影响(公担/公頃)

試 驗 处 理	無 硼	有 硼	施硼的增产量
不施石灰	358	438	80
硫酸鎂	411	460	49
施石灰	481	537	56
石灰+硫酸鎂	498	569	71

硼在含石灰丰富的暗色土壤上,同样地表现了良好的作用。在这种土壤上,施用硼鎂肥料較只施用硼肥获得的效果較高。例如,在白俄罗斯科学院社会主义农业研究所与立欧兹宁拖拉机站农业化学实验室在威特比斯克省“契尔文諾阿尔美兹”集体农庄的弱沼澤化的暗色土上所进行的紅車軸草的田間試驗中,К. Т. 斯塔洛沃托夫(Старо-ВОЙТОВ)获得了下面的結果(表 2)。

表 2 硼砂和硼鎂硫酸鹽在暗色土上对紅車軸草产量的影响

試 驗 处 理	干 草 产 量	增 产 量
	公担/公頃	
对 照	27.8	—
硼砂(1.2 公斤硼)	33.0	5.2
硼鎂硫酸鹽(1.2 公斤硼)	43.5	15.7

我們可以看出,硼鎂硫酸鹽的增产量,比硼砂高得多。因此,不仅在施用石灰的灰化土上,硼鎂肥料同时施用是合理的,而且在不施用石灰的暗色土壤上,也同样是合理的。

在其他的土壤上,如在中亞細亞的紅壤、泥炭土和灰鈣土上,也确定了硼肥的良好作用。

由于近年来工作的結果,同样弄清了硼肥在某些黑鈣土上能够發生極大的效果。

在罗斯托夫省农业試驗站的黑鈣土上所作的盆栽和大田試驗,

A. T. 包达連柯 (Бондаренко) 發現了硼的良好作用。在大田条件下所进行的試驗的某些产量資料如表 3 所示。

表 3 在前高加索黑鈣土上硼对于农作物产量的影响

植 物	試 驗 处 理	产 量	硼的增产量
		公担/公頃	
胡 蘿 卜 (根)	無 硼 每公頃一公斤硼	259	—
		303	44
南 瓜 (果 实)	無 硼 每公頃一公斤硼	145	—
		179	34
大 蒜(全部产物)	無 硼 每公頃三公斤硼	362	—
		426	64
西 紅 柿 (果 实)	無 硼 每公頃三公斤硼	311	—
		354	43

表中的資料說明,硼显著提高了所有四种供試作物的产量。

应当指出,硼肥在苏联主要的土壤类型中的每一种土壤上的效果,都是不一样的。

根据科学研究工作的結果,施用硼肥可以大大提高在苏联栽培的許多农作物的产量,特別是亞麻、車軸草、苜蓿、糖用甜菜(在灰化土上)、各种蔬菜、飼用肉質直根类作物、馬鈴薯等。

硼不仅能提高产品数量,而且也能提高产品的质量。在施用石灰的酸性灰化土上,硼对于产品质量的良好作用,表現得特別明显。在硼的影响下,肉質直根类作物、西紅柿果实和植物的其他器官的糖的含量增加了;馬鈴薯塊莖中的淀粉、各种植物中的維生素 A 和 C、植物种子中的脂肪、橡膠草根中的橡膠含量也都增加了。同时也提高了植物对施用石灰的灰化土上極普遍的果心腐敗病、糖用甜菜根及其他各种肉質直根类作物的中空病、亞麻細菌病、馬鈴薯瘡癰病等的抵抗力 [參看本論文集中 O. K. 喀德洛夫-济赫曼 (Кедров-Зихман) 的論文“在施用石灰的酸性灰化土中硼对于农作物的影响”]。

还在战前我们这里就已经使用了硼肥，拿它来提高亚麻的单位面积产量和改善亚麻纤维的品质，并拿它作为防治细菌病的手段。今后硼肥对于亚麻应当给以广泛的利用。

由于实行牧草轮作制，在培育牧草种子上施用硼肥具有重要的意义，特别是车轴草和苜蓿，因为缺少牧草种子是扩大牧草播种面积的严重障碍。在我国的农业生产中，硼肥有效地被利用作为提高车轴草种子产量的手段。这一措施在施用含有少量镁的石灰肥料时，对于提高车轴草种子的产量，具有特殊的意义。

根据全苏肥料、农业技术及农业土壤研究所进行的试验研究 (B. B. 雅柯夫列娃) 拟出了用硼作为车轴草的根外营养的方法，这种方法显著地提高了车轴草种子的产量。用硼的化合物溶液喷射或以粉状化合物进行撒布均可。硼的根外营养大大地提高了车轴草和其他作物 (食用胡萝卜、花椰菜) 种子的产量。

同时也证明了，以硼的化合物溶液处理各种植物种子的良好影响 [M. Я. 什克里尼克, A. И. 加尔布佐夫 (Гарбузов) 等]。

我们和其他研究者 [M. Я. 斯克里尼克, A. И. 加尔布佐夫, Л. И. 彼得罗娃 (Петрова)] 的工作证明，硼不仅能提高种子的产量，而且也大大地改善了种子的生物学特性 (播种质量)，并且这些改善了的种子特性可以遗传给后代。

在全苏肥料、农业技术及农业土壤研究所进行的试验指出了硼肥在改善红车轴草种子生理学特性方面的作用。1949年 A. П. 特列巴切夫 (Трепачев) 在莫斯科省伊斯特林区“火焰”集体农庄所进行的试验，获得了如下的成绩：不施硼的车轴草种子产量为每公顷 0.96 公担，而施用硼镁硫酸盐的每公顷 1.40 公担。从这个试验中收获的种子 (不论是在施硼地段上或不施硼的地段上)，于 1950 年在同样条件下播种在全苏肥料、农业技术及农业土壤研究所石灰实验室的盆栽试验中 [A. И. 科日夫尼科娃 (Кожевникова)]。所获得的结果如表 4。

从这个试验的结果可以看出，由于硼肥的影响改善了种子生物

表 4 硼对提高紅車軸草种子單位面积产量的影响

試驗处理 (1949)	車 軸 草 产 量				千粒重 (克)
	干 物 質		种 子		
	一个盆(克)	百 分 比	一个盆(克)	百 分 比	
無 硼	65.8	100	2.7	100	1.5
有 硼	83.0	126	7.3	274	1.86

学特性——提高了它的單位面积产量。因此应当把硼肥看作不仅是提高車軸草种子产量的因素，而且也应当把它看作是改善种子播种質量的因素。

为了培育其他作物如苜蓿和烏足豆的种子，施用硼肥也有头等的意义，因为妨碍这些作物播种面积扩大的主要原因之一，便是缺少种子；还有那些种子極端缺少的各种蔬菜及橡膠草，特別是栽培在泥炭地上的橡膠草，因为在这种地上橡膠草根的收获量很好，就是种子产量不多。

现在苏联的硼肥的主要来源是因捷尔湖一帶的硼矿产地，在这个矿产地內有以下各种含硼的矿物：硼鎂石、水方硼石、硬硼鈣石、ИНЬОИТ、硼鉀鎂石、白硼鈣石等。因捷尔硼矿的主要成分是硼鎂石，其次是水方硼石。除因捷尔蘊藏的硼化合物外，在苏联还有許多含硼的矿产地，有含硼的各种矿物，如在凱尔琴和塔曼半島上的电气石、矽鈣硼石、硼砂和鈉鉀硼石。

现在在加工硼鎂石时所获得的硼鎂残余物，是硼肥的主要来源，硼鎂石含有大約 7 % 的硼酸和 60 % 以上的硫酸鎂。此外，还可以利用沒有加工的因捷尔矿产地的天然的含硼的石層（水方硼石）作为硼肥。

同时，已經研究出了一些工序，以保証能够从其他含硼的矿石中，如电气石和矽鈣硼石，获得硼肥。利用苏联蘊藏丰富的电气石和

矽鈣硼石的基础,組織硼肥的生产,我們的农业就能够得到广泛地施用硼肥。

今后科学研究工作必須特別注意查明影响硼肥效率的条件,研究这些肥料的使用方法,以保証它們發揮最大的效率。

在我国的农业生产中,于泥炭地上栽培各种作物时,同样地使用着銅肥。在許多泥炭土上为提高农作物單位面积产量使用銅肥的效果,主要是白俄罗斯科学院土壤改良,水利,沼澤管理研究所确定下来的。关于銅对于农作物的作用問題的研究,比对硼的研究差得多,但是仍可建議在农业生产中使用銅肥。現在主要的銅肥是黃鉄矿燼渣,通常地都是把它施到土壤里,用量每公頃 3—5 公担。試驗确定,以上述数量把黃鉄矿燼渣施到泥炭土中,在几年之內仍有它的作用,因此这个肥料一般都是 4—6 年施用一次。

在泥炭土上栽培谷类作物,施用銅肥具有特殊的现实意义。在許多泥炭地上由于沒有施用銅肥,不是根本沒有結籽,就是产量很低。

許多試驗的結果,特別是白俄罗斯科学院土壤改良,水利和沼澤管理研究所的試驗,使人信服地証明了,在泥炭地上栽培谷类作物时銅肥具有很高的效果。其中如白俄罗斯共和国十週年国营农場(明斯克省)所进行的試驗,在以磷酸鈣肥(每公頃有效物質 60 公斤)做底肥的情况下,研究硫酸銅(一公頃 25 公斤銅)对于大麦产量的影响。这一試驗的結果如表 5 所示:

表 5 銅对于大麦产量的影响

試 驗 处 理	种 子		麦 稻	
	产 量	增 产 量	产 量	增 产 量
	公担/公頃			
对 照	2.6	—	27.1	—
硫酸銅(每公頃25公斤)	21.9	+19.3	25.3	—1.8

由試驗的結果可以看出，不施銅的地段的大麥產量與播下的種子量相同，而施銅的地段的產量較對照幾乎增加了 9 倍。

在所有的泥炭地上正常發育的其他作物(大麻、糖用甜菜、橡膠草、馬鈴薯，各種肉質直根類作物、牧草)在銅的影響下，也顯著地提高了它們的產量。也是這個研究所在明斯克試驗站(拉斯金維奇)對大麻的試驗結果証明了這點(表 6)。

表 6 銅對於大麻的產量和纖維質量的影響

試 驗 处 理	麻 稽		打 麻 纖 維		纖維韌度
	产 量	增产量	产 量	增产量	
	公担/公頃				
对 照	48.5	—	2.1	—	12.9
硫酸銅(每公頃25公斤)	97.6	49.1	9.2	7.1	24.3

這個試驗的材料表明，由於銅的影響提高麻稽產量 1 倍，而打麻纖維產量提高了 3 倍以上。纖維韌度增強了 1 倍。

可惜，至今還很少有人研究在泥炭地上如何有效的施用銅肥，這是正確利用這種肥料的嚴重障礙。應當在最短期間內把這一空白點消除。首先需要研究在什麼樣的泥炭地上必須施用銅肥、根據土壤性質決定施用的數量、它們的後作用表現多久等問題。今後科學研究工作對於銅在植物體內的生理學上的作用的研究，也要給予特別的注意，並要弄清銅在許多泥炭地上對於農作物良好影響的原因。由於在最近幾年內，根據黨和政府的決議要放干並開墾大量的泥炭地，所以將大大地擴大在泥炭地上使用銅肥的面積。

在我国的農業生產實踐中鎂肥也被推廣着，特別是在黑土地上栽植糖用甜菜時使用的更多。蘇聯科學家(П. А. 夫拉修克等人)研究了鎂肥對於農作物生長、發育和單位面積產量的影響，以及鎂對於植物體生理學過程的影響。在農業生產的條件下同樣確定了鎂肥對於各

种作物的良好影响,这种肥料已在集体农庄和国营农场的实践中得到推广。根据7年生产试验的结果,镁肥对糖甜菜根的产量,每公顷平均提高16—22公担。含糖率提高0.11—0.33%。

最近有人提出意见,认为在灰化土上使用镁肥没有前途,因为在这些土壤上,特别是在酸性较强的土壤上,含有大量的游离镁,它们对农作物可能表现出有毒的影响。

但是近年来在白俄罗斯科学院社会主义农业研究所进行的试验证明,在施用石灰的酸性灰化土上,镁肥能够大大地提高农作物的产量。在施用石灰的灰化土上,在这个研究所的盆栽试验和大田试验中,都表现出镁的良好作用。在“河口”研究所中央试验站所做的一个大田试验,在不施石灰和施用石灰的土壤上,查明了硫酸镁(每公顷15公斤镁)对于红车轴草种子产量的影响(表7)。

表7 镁对于红车轴草种子产量(公斤/公顷)的影响

试 验 处 理	种 子 量		由镁增加的产量
	无 镁	有 镁 (每公顷15公斤)	
不施石灰	23.7	32.3	8.6
施石灰	64.8	89.3	24.5

在不施用石灰和施用石灰的土壤上,由于镁的作用,车轴草种子的产量提高了,而且在施用石灰的土壤上比在不施用石灰的土壤上,镁给予了更大的增产量。

在我们另外一些试验中(这些试验是在具有高酸度灰化土上进行的)发现了镁对于施用石灰的土壤比不施用石灰的土壤影响得更强烈,这说明由于在施用石灰的影响下土壤中镁的化合物(和硼的化合物一样)转变为不易流动和不易为植物利用的状态。因此在土壤中含有的易为植物利用状态的镁,急速地降低了,在这种条件下向土壤中施用水溶性镁化合物,同样要转变成不易为植物利用的状态(但不是完全不能利用),但即使在这种情况下植物对于镁的营养条

件仍然得到了适当的改善。

根据现在所具有的材料,完全可以作出肯定的結論,在施用石灰的酸性灰化土上,鎂肥可以广泛地利用作为提高农作物产量最有效的措施。

科学研究工作的結果極确鑿地証明了,除了硼、銅和鎂肥而外,各种其他微量元素肥料对于农作物的产量也有着良好的作用如:鋁、鈷、鋅以及放射性元素[А. П. 維諾格拉多夫、Х. Г. 維諾格拉多娃(Виноградова); Е. В. 波布科 А. Г. 沙夫維娜(Саввина) А. А. 德罗波柯夫(Дробков)等]。

在本文作者领导下于白俄罗斯共和国科学院社会主义农业研究所进行的許多大田試驗和盆栽試驗的結果,証实了关于鋁、鈷、鈳和鈾对于农作物的良好影响。在“河口”进行的許多試驗之一(Л. Н. 瓦西柯夫斯卡婭)鋁以銅酸鋁鹽状态施入(每公頃 3 公斤鋁);鈷以硫酸鹽状态施入(每公頃 1 公斤鈷)。紅車軸草种子产量的結果,列入表 8。

表 8 鋁和鈷对于紅車軸草种子产量(公斤/公頃)的影响

試 驗 处 理	不 施 石 灰		施 石 灰	
	种子产量	增 产 量	种子产量	增 产 量
不施微量元素肥料	23.7	—	64.8	—
施用鋁	72.2	48.5	79.3	14.5
施用鈷	27.9	4.2	87.5	22.7

由表 8 的材料中可以看出鋁和鈷在施用石灰的土壤上和在不施用石灰的土壤上,車軸草种子的产量都有所提高。在不施用石灰的土壤上使用鋁使产量提高 2 倍以上,而在施用石灰的土壤上鋁的良好作用表现得差得多;相反,鈷的作用在施用石灰的土壤上較在不施用石灰的土壤上好得多。在施用石灰的酸性灰化土上,較在不施用石灰的土壤上,鋁对于农作物产量的良好影响,表現得更明显,这我

們还是在 1947 年时确定的。这是由于在石灰的影响下,反应介質增加了鋁化合物在土壤中轉变为更易流动,更易为高等植物所吸收的状态。

相反的,在施用石灰的影响下,鈷的化合物轉变为不易流动的、不易为植物吸收的状态;因此鈷的良好作用,主要是表現在施用石灰的土壤上,而在不施用石灰的灰化土上,鈷常常不产生出什么效果,或者增产量不多,有时甚至發生不良的影响。

全苏农业、农业技术及农业土壤研究所在布良斯克省諾沃則波克夫試驗站所做的一个試驗[И. А. 切尔納維娜(Чернавина)],同样确定了鋁对紅車軸草产量的良好影响。这里車軸草干草的产量在鋁的影响下,每公頃从 29.8 公担提高到 41.1 公担,而种子的产量从 96 公斤,提高到 128 公斤。

拉脫維亞科学院院士 Я. В. 彼依維的研究証明,在拉脫維亞的土壤中,鈷的含量是有很大差別的。已經查明,該共和国境内有很大面积的土壤含鈷量很少(沿海地区)。根据 Я. М. 貝尔金教授的研究,在这些地区由于鈷的缺乏,甚至成为农畜患病的原因。

白俄罗斯科学院社会主义农业研究所所做的一个盆栽試驗(О. Э. 喀德洛夫-济赫曼),研究了鈷对橡膠草产量的影响,鈷是以硝酸鹽状态施下的,用量为 1 公斤土壤用 1.5 毫克鈷。赫列坡尼柯夫森林国营农場(莫斯科省)在施用石灰的酸性重壤灰化土上,研究了鈷的影响。这个試驗的产量材料如表 9 所示。

从表 9 中看出,無論是在施用鈷肥的当年或在以后几年中(后作用),在鈷的影响下,橡膠草的总产量、根和叶的产量,都有所提高。可是鈷对橡膠草种子产量的影响,表现得不够明显。

在其他的盆栽試驗中,在莫斯科省試驗站的不施用石灰的土壤和施用石灰的土壤上,查明了鈷和鈳对車軸草地上部分和根系的作用。曾在小的容器中(容量 1 公斤土壤)进行了短期的試驗。鈷是以醋酸鈷状态施用的(每一容器 0.5 毫克鈷),而鈳是以鈳酸鈰态施用的(每一容器 1 毫克鈳)(表 10)。

表 9 鈾对橡膠草产量的影响及其后作用

試 驗 处 理	根		叶		种子		总产量	
	一个盆 的产量 (克)	%	一个盆 的产量 (克)	%	一个盆 的产量 (克)	%	一个盆 的产量 (克)	%
直接的作用 { 对照	6.5	100	16.1	100	1.4	100	25.5	100
	鈾	7.3	112	20.1	125	1.3	95	30.1
后 作 用 { 对照	7.0	100	10.9	100	1.4	100	20.8	100
	鈾	9.5	136	12.2	112	1.5	100	24.7

表 10 鈾和钼对車軸草产量和根系的影响

試 驗 处 理	不 施 石 灰				施 石 灰			
	地上部分		根		地上部分		根	
	一个盆 的产量 (克)	%	一个盆 的产量 (克)	%	一个盆 的产量 (克)	%	一个盆 的产量 (克)	%
对照	1.8	100	1.2	100	3.3	100	1.7	100
鈾	1.9	103	1.3	111	3.9	118	2.0	119
钼	2.4	138	1.8	147	3.8	114	2.0	120

如試驗的結果所示,在施用石灰的土壤上,鈾对車軸草地上部分和根系,表現了極大的良好作用,而在不施用石灰的土壤上,仅提高少許根的产量。可是钼不論在施用石灰的土壤上和在不施用石灰的土壤上,也不論是地上部分和根部,都表現了它的良好作用。

苏联科学家(И. А. 切尔納維娜)的工作同样确定了,不仅以硼的化合物溶液噴射植株和用它处理种子时,对农作物都表現了良好的作用,而且以其他的微量元素,特别是以鋇,同样地也表現了良好的作用。

用微量元素肥料溶液进行噴射和进行种子处理,其肥料的用量

并不需要太多。因此,为了提高作物的产量,应当在农业生产中,广泛扩大使用微量元素肥料的范围。

许多研究(М. Я. 什科里尼克, О. К. 喀德洛夫-济赫曼)确定,微量元素肥料不仅能影响作物的产量,而且能影响作物的化学成分,因而也影响到产品的质量。因此正确地使用微量元素肥料,同样能够在各方面改善农作物的产品品质。

由于科学研究工作的成绩和在生产中使用微量元素肥料的经验,使人信服了微量元素肥料是提高谷类作物单位面积产量的极有效的手段。因此,已经在农业生产中使用的微量元素肥料(硼的、铜的、镁的)的利用范围,还应当极力加以扩大。同时,还应当在生产实践中,推广使用其他的微量元素肥料。这些肥料到现在还没有被集体农庄和国营农场所利用,但是它们已经被确定是有效的(如钴、钼、钍等微量元素肥料)。因此,必须组织微量元素肥料的生产,并要完全满足我国农业生产的需要。

现在,由于我国科学家的工作成就,给农业生产广泛地使用各种微量元素肥料提供了可能。然而同时,在我国土壤和气候极其不同的广大领域内,使微量元素发挥最大效力的条件,研究得还不够。因此必须加强科学研究工作,从各方面研究微量元素对农作物的影响,研究用来提高集体农庄和国营农场单位面积产量的微量元素肥料的施用方法,查明含有微量元素的资源。

[楊春明译 陈業文校]

参考文献

- Белоусов М. А. 1936. Применение бора и основы его действия на сахарную свеклу. Тр. Всес. научно-исслед. ин-та свекловичного полеводства.
- Бобко Е. В. 1940. Эффективность и условия применения бора и других микроудобрений. Итоги научно-исслед. работ ВАСХНИЛ, 1938—1939 гг., М
- Бобко Е. В. и Саввина А. Г. 1940. Значение молибдена для развития растений. Докл. АН СССР, 29, № 7.
- Бондаренко А. Т. 1948. Действие бора на сельскохозяйственные куль-

- туры на предкавказском черноземе. Сб. работ Ростовской селескц. станции, вып. 1.
- Вернадский В. И. 1935. Проблемы биогеохимии (Значение биогеохимии для познания биосферы). Изд. АН СССР.
- Виноградов А. П. 1947. Бор в почвах СССР. «Почвоведение», № 2.
- Виноградов А. П. 1949. Биогеохимические провинции. Тр. Юбил. сессии, посвящ. Докучаеву, М.
- Виноградов А. П. и Виноградова Х. П. 1948. Молибден в почвах СССР. Докл. АН СССР (62), № 5.
- Власюк П. А. 1948. Марганец у системи живлення рослин. Вид. АН УРСР, Київ.
- Власюк П. А. 1950. Агрофизиологические основы питания сахарной свеклы. Киев.
- Гарбузова А. П. 1949. Наследование полезных признаков в потомстве. «Природа», № 6.
- Дробков А. А. 1947. Значение радиоактивных элементов в жизни растений. Докл. АН СССР, № 3.
- Каталымов М. В. 1948. Значение бора в земледелии СССР. М.
- Кедров-Зихман О. К. 1939. Эффективность известкования при культуре клевера. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 8.
- Кедров-Зихман О. К. 1948. Известкование подзолистых почв Советского Союза. в IV пятилетке. М.
- Лашкевич Г. И. 1937. Влияние колчеданного огарка на повышение урожая конопли и качества волокна на болотных почвах. Журн. «Лен и конопля».
- Лысенко Т. Д. 1943. Наследственность и ее изменчивость. М.
- Пейве Я. В. 1941. Микроудобрения под лен. Сб. ВАСХНИЛ. Применение микроудобрений. М.
- Пейве Я. В. и Айзупите И. П. 1949. О содержании кобальта в почвах Латвийской ССР. Изв. Латв. АН ССР, вып. 5 (22).
- Поспелов И. А. 1947. Борные удобрения на подзолистых почвах СССР. Изд. АН СССР. М.—Л.
- Соколов А. В. 1938. Применение борных соединений для удобрения. Изв. АН СССР, серия химич., № 1.
- Школьник М. Я. 1950. Значение Микроэлементов в жизни растений и земледелия. М.—Л.
- Яковлева В. В. 1947. Влияние бора на биохимические превращения в корнях и в листьях сахарной свеклы. Докл. АН СССР, № 4.

微量元素对于提高谷类作物产量的影响

А. Я. 柯金 Д. А. 拉奇科娃 К. И. 古丽尼娜

我們从 1948 到 1950 年, 研究微量元素在卡累利阿芬蘭苏維埃社会主义共和国的条件下对谷类作物的影响。

1948 年和 1949 年, 我們試驗了兩個大麦品种: 对条斑病抵抗力很强的尤栋和能感染此病的品种 (下称染病品种); 这两个品种都是全苏植物研究所北極植物育种系选育出来的。此外, 我們对春小麦吉阿曼特 (Диамант) 品种也进行了試驗, 这一品种在卡累利阿芬蘭社会主义共和国南部地区很有發展前途。

染病品种較尤栋品种成熟早、产量高。当我們把染病品种投入試驗时, 除注意其他問題外, 还注意到如何提高該品种对这种病害的抵抗力問題。

1948 年我們对小麦和大麦进行了田間試驗; 小麦的田間試驗是由苏联科学院进行的。試驗的目的是初步研究用各种微量元素和鉀鹽的溶液在小麦播前浸种的作用。所用微量元素是: 銅(硫酸鹽)、硼(硼砂)、錳(氯化錳)、鉛(氯化鉛)、鉄(氯化鉄)和鉀(氯化鉀)。各种鹽类的濃度都是 0.01 当量。浸种時間以种皮稍微破裂为度, 浸种后不进行春化处理。

試驗地于播前每公頃施用 2 公担过磷酸鹽和鉀鹽(40%)。对照是把种子用水浸种到种皮稍微破裂的种子。試驗重复三次, 小区面积为 100 平方公尺。

大麦的試驗是用簡單的方法在 2 公尺的面积上进行, 只用 0.01% 濃度的硫酸鹽、氯化鉛和氯化鉀浸种。

1948 年的試驗結果証明, 在卡累利阿芬蘭苏維埃社会主义共和

国的条件下,用若干微量元素和鉀鹽进行谷类作物的播前处理,能显著地提高产量。每种試驗的小麦产量如表 1 所示(按 100 平方米計算,三次重复的平均数)。

表 1 播种前用微量元素和鉀鹽溶液浸种对春小麦吉阿曼特谷粒产量的影响

試 驗 处 理	产 量		
	每 100 平方米产量 (三次試驗的平均数) 單位: 公斤	与 对 照 的 百 分 比	
		湿种对照	干种对照
对照(干种)	18.5	91	100
对照(湿种)	20.2	100	109
氯化錳	20.8	103	112
氯化鉛	20.0	99	108
銅矾硫酸鹽	21.6	107	117
氯化鉄	22.5	111	122
硼砂	22.8	113	123
氯化鉀	28.5	141	154

如果以純水浸种为对照的产量是 100 則增产量如下: 用硼鹽浸种——約 13%, 鉄——11% 以上, 銅——7%, 錳——3%。用鉛鹽溶液浸种較用清水浸种产量沒有增加。

用鉀鹽(KCl)浸种时效果最大: 比对照增产 41%。在現有文献里指出, 用鉀鹽浸种可以获得良好結果[阿克先齐耶夫 (Аксентьев, 1933 年); 則柯娃 (Зыкова, 1945 年); 科基娜 (Кокина, 1947 年) 等]。

如果用水將种子浸至种皮稍微破裂, 使其稍干然后播种, 則产量比播种干种子也显著提高。因此, 將試驗小区的产量和干种子对照比較, 可以看出增产量更高。

播种前用濃度 0.01% 的硫酸鹽溶液浸种 12 小时, 使染病品种比对照(用水浸种)增产 27%, 尤栋增产 24%。

用同一濃度的鉛鹽溶液浸种, 較用銅液浸种的效果低得多(仅增产 8%)。

用鉀鹽溶液进行大麦浸种, 也可以获得良好結果——增产 12%

表 2 播种前用微量元素和钾盐溶液浸种对大麦谷粒产量的影响

試 驗 处 理	大麦品种的产量 (每平方公尺产量, 單位: 克)		湿种为对照的 %	
	尤 栋	染 病	尤 栋	染 病
对照(干种)	240	200	96	91
对照(湿种)	250	220	100	100
銅矾硫酸鹽	310	280	124	127
氯化鉛	270	230	108	104
氯化鉀	280	275	112	125

—25%。

大麥的試驗結果証明：染病品种对于銅鹽和鉀鹽溶液浸种的反映比抗病力强的尤栋品种好。以后所作的試驗也証实了这一点。

我們所作的初步試驗(1948)，虽然未能說明由于哪些因素而得到增产，但却証实了在卡累利阿芬蘭苏維埃社会主义共和国的灰化土壤上，用某些元素的鹽类溶液进行种子的播前处理，是具有实际意义的。

大学生拉奇科娃和古丽尼娜曾于 1949 年进行了谷类作物播前处理的試驗，以研究各种濃度的鹽类对种子發芽势、呼吸强度以及幼苗氧化酶(包括过氧化物酶和过氧化氢酶)活动的影响。

試驗証明，从各种微量元素对种子發芽和幼苗氧化过程的影响来看，硼(硼砂)、銅(CuSO_4)、錳(MnCl_2)和鉄(FeCO_3)等微量元素鹽类最合适的濃度均为 0.001—0.005%。

1949 年用濃度合适的微量元素溶液进行了种子的播前处理，随后又进行春化处理；即浸种 12—14 小时后，有一部分种子剛發芽时，將其放在溫度为 5—7°C 的条件下，进行 10 天的春化处理。供試的大麥品种有二；尤栋和染病；小麥品种为吉阿曼特。

由于在 1948 年进行大麥試驗时，用硫酸銅和氯化鉀溶液处理种子得到了很好的結果。而小麥用硼、鉄和鉀的鹽液处理种子，也得到

了良好的結果;因此在 1949 年又用 0.005% 濃度的硫酸鹽和氯化鉀溶液进行了大麦浸种,并用同样濃度(0.005%)的硼砂、氯化鉄和氯化鉀溶液进行了小麦浸种。

小麦和大麦的試驗都是用盆栽試驗和田間試驗的方法进行的。試驗內所采用的种子是从 1948 年用这些鹽类溶液处理过的植株收获的;因为我們認為重复处理可以加强这些因素的良好作用,以巩固这种變異的遺傳性。

在盆栽試驗內,將植物栽培在瓦格涅尔式特制的金屬盆里,每盆裝 5 公斤的風干土。盆內土壤用 $\frac{3}{5}$ 的暗色土和 $\frac{2}{5}$ 沙壤土 摻拌均匀。这种土壤的飽和含水量为 75%, pH 6.2。植物生長时使土壤湿度經常保持为飽和含水量的 65%;种子快成熟时,減少至 40—30%;土壤內施入完全矿質肥料——每盆施 2.5 克硝酸銨, 1.7 克氯化鉀, 2 克磷酸鈣。大麦和小麦都是在 5 月 8 日下种。每盆留 12 棵植株。

田間試驗是在試驗地的二米行長的小区上进行的,重复二次;5 月 16 日到 17 日播种。

大麦和小麦的盆栽試驗和田間試驗均以播前浸至發芽的种子和只經過春化处理而未用鹽类溶液处理的种子作为对照(表 3)。

大麦的盆栽試驗結果証明,試驗植株和經過春化处理的对照植株在各个發育期的开始時間(分蘖、拔节、抽穗初期)沒有区别,但比未經春化处理的植株早兩天。

然而,用銅和鉀进行播前处理的植株,分蘖和抽穗力都較强。每株的莖数最多达 9—10 个;而只經過春化处理的平均有 7 个;未經春化处理的,最多不超过 6 个。

在出穗的第一天,用銅液处理的抗病大麦品种尤棟的有效分蘖,每盆平均有 11 个,用鉀液处理的有 7 个,只經過春化处理的則有 8 个。大麦的染病品种,用銅液处理的有 9 个,用鉀液处理的有 7 个,只經過春化处理的仅有一个。到 7 月 8 日用銅液处理的抗病大麦品种尤棟,每盆內有 54 个有效分蘖,用鉀液处理的有 52 个,只經過春化处理的有 49 个,而未經春化处理的对照植株有 47 个。染病大麦

表 3 用銅鹽和鉀鹽溶液浸种对大麦植株生产率的影响

試驗处理	分 蘖		拔 节	抽 穗					每盆的 莖数		进 入 臘熟期
	开 始	总分 蘖数*		开 始	抽 穗 能 力 (每盆的穗数)				有 效 的	無 效 的	
					6月 10日	6月 15日	6月 20日	7月 8日			
尤 栋:											
未春化	5月25日	3—6	6月7日	6月12日	—	15	25	47	42	5	7月20日
春化	5月24日	3—7	6月5日	6月10日	8	19	30	49	45	4	7月19日
CuSO ₄ + 春化	5月23日	3—10	6月5日	6月10日	11	28	36	54	52	2	7月11日
KCl+春化	5月23日	3—8	6月5日	6月10日	9	21	35	52	50	2	7月12日
染 病:											
未春化	5月25日	3—6	6月7日	6月12日	—	4	12	47	37	10	7月20日
春化	5月23日	3—7	6月5日	6月10日	1	10	20	47	42	5	7月20日
CuSO ₄ + 春化	5月23日	4—8	6月5日	6月10日	9	18	29	55	53	2	7月12日
KCl+春化	5月23日	3—9	6月5日	6月10日	7	14	27	49	46	3	7月12日

* 單株的差数。

品种,每盆分别为 55、49、47、47 个有效分蘖。

統計結果表明,一般說来,試驗植株的有效分蘖数較多,無效分蘖数較少,每盆只有 2—3 个;但未經春化处理的对照植株;染病品种为 10 个;抗病的尤棟品种有 5 个,只进行春化处理的有 4—5 个。总结起来,抗病品种的有效分蘖数如下:春化处理加銅液处理的,每盆有 52 个;春化处理加鉀液处理的为 50 个;只經過春化处理的为 45 个;未經春化处理的有 42 个。染病品种分别为 53、46、42、37。

用銅和鉀处理种子对种子的成熟有很明显的作用(表 4)。如經過处理的植株进入臘熟期的時間,比对照早 7—8 天。

染病品种在穗長和結实性方面,也發現試驗植株和对照植株有很明显的区别,試驗植株穗長粒多;对照植株則較差。

产量結果証明,在春化加銅和春化加鉀的兩個处理內,显著地增加了每盆的谷粒产量。

表 4 用銅鹽和鉀鹽溶液浸种对大麥谷粒产量的影响
(1949 年的盆栽試驗)

試驗处理	穗 長 (厘米)				一穗的粒数			
	主 莖		分 蘖		主 莖		分 蘖	
	最短—最長	40次測定的平均数	最短—最長	40次測定的平均数	最少—最多	40次測定的平均数	最少—最多	40次測定的平均数
尤 棟:								
未春化	5.7—8.0	6.6	5.1—7.6	5.3	37—52	46.0	28—43	35.0
春化	5.7—8.8	6.7	4.2—7.5	5.5	38—53	46.2	27—46	35.9
CuSO ₄ +春化	5.2—8.4	6.9	4.3—7.5	5.6	36—54	47.7	23—47	35.6
KCl+春化	6—8.8	7.0	4.3—8.0	5.8	40—53	47.8	27—49	37.6
染病品种:								
未春化	4.7—7.8	6.3	3.5—7.0	5.3	33—46	41.5	16—45	33.5
春化	5.3—8.2	6.7	4.2—7.0	5.7	30—53	43.5	26—46	36.0
CuSO ₄ +春化	6.3—8.3	7.2	4.5—7.0	6.1	32—51	44.4	28—47	37.0
KCl+春化	5.5—8.6	6.8	4.3—7.5	5.9	37—56	47.0	30—45	37.0

在染病品种方面与未經春化处理的对照相比，則春化加銅的处理可增产 13.7%，春化加鉀的处理增产 10.2%，只进行春化的处理增产 3%。尤棟品种增产产量較少：用銅处理的平均增产 4.6%，用鉀处理增产 7.7%，只进行春化处理的增产 2.1%。

谷粒产量增加是由于試驗植株的有效分蘖多、千粒重大的緣故。

染病品种的平均千粒重，春化加銅的处理为 44.7 克；春化加鉀的处理为 45.3 克，只进行春化处理的为 42.5 克；未經春化处理的对照为 40.3 克。

尤棟品种的千粒重，分別平均为 41.7；42.1；41.5；41.0 克。由此可見，用鉀处理种子时，谷粒千粒重要比用銅处理的稍高些。

在大麥的盆栽試驗內，也研究了播前处理种子与根系發育的关系；因为 1948 年初步試驗的資料証明，經過鉀和銅处理的种子，其幼苗的根系發育旺盛。

表 5 用銅鹽和鉀鹽溶液浸种对大麦产量的影响

(1949 年的盆栽試驗)

試 驗 处 理	每盆的谷粒重量(克)			增产量 为对 照的%	干 粒 重		每盆的重量 (克)	
	主莖	分蘖	合計		1948年	1949年	莖稈	風干的根
尤 棟:								
未春化	25.0	65.0	90.0	—	—	41.0	83.0	5.8
春化	26.2	65.7	91.9	2.1	—	41.5	85.0	10.0
CuSO ₄ +春化	30.0	64.2	94.2	4.6	—	41.7	79.2	12.8
KCl+春化	27.0	70.0	97.0	7.7	37.4	42.1	85.5	12.1
染 病:								
未春化	25.0	55.0	80.7	—	—	40.3	86.2	4.7
春化	22.5	60.7	83.2	3.0	—	42.5	95.7	6.2
CuSO ₄ +春化	21.3	70.5	91.8	13.7	39.5	44.7	93.7	7.3
KCl+春化	29.5	57.5	89.0	10.2	—	45.3	93.7	6.9

观察根系的方法是仔細地把土粒洗掉以后,將根系晾干,然后分別秤量每一个盆內的根系,結果表明,在春化处理的影响下,根系約增多 1.5—2 倍;如果春化处理和用低濃度的銅、鉀鹽溶液浸种并用时,則效果更大。

微量元素和多量元素对植物的影响是多方面的。文献中有人指出,銅对植物叶片中叶綠素的含量有影响[奥昆錯夫(Окунцов, 1946);札布路达(Заблуда, 1950)等]。因此在抽穗期测定了供試作物叶綠素的含量(表 6)。

这些測定結果完全証实了文献中的資料是正确的。在春化加銅的处理內,尤棟品种叶片中的叶綠素含量平均为 0.35% (按鮮重計算,下同);春化加鉀处理为 0.28%;只經過春化处理的为 0.28%。

不論將銅怎样施到植物的叶子里,由于銅的影响,都能使叶綠素的含量增加。例如,生長在矿質土壤上的植物,叶片中的叶綠素含量增加 60%;而生長在泥炭沼澤土(这种土一般含銅量很低)上的植物,叶綠素的含量增加 200%。

表 6 用銅鹽和鉀鹽溶液浸种对尤株品种大麦叶片中叶綠素含量的影响
(春化的种子)

試 驗 处 理	在 一 克 叶 子 中 叶 綠 素 的 含 量			
	鮮 叶		干 叶	
	毫 克	%	毫 克	%
对照	2.8	0.28	15.6	1.56
CuSO ₄	3.5	0.35	18.2	1.82
KCl	2.9	0.28	15.9	1.59

銅不仅能提高叶綠素的含量,而且也能保护它不被破坏,使其稳定,并使营养器官延迟衰老和延長寿命。

表 7 微量元素对大麦谷粒中淀粉含量的影响

試 驗 处 理	1 克面粉中淀粉的数量	
	毫 克	%
尤 株:		
未春化	456.9	45.7
春化	493.9	49.4
CuSO ₄ + 春化	497.3	49.7
KCl + 春化	592.2	59.2
染病品种:		
未春化	448.8	44.9
春化	527.7	52.8
CuSO ₄ + 春化	554.7	55.5
KCl + 春化	610.3	61.03

我們已經指出,微量元素(其中也包括銅)可以活躍植物的生理作用,对于有机質的增加和积累都有良好的影响。这可能与銅对物質的新陳代謝、蛋白質合成的增加以及綠色質粒状态等生理作用有关系。在微量元素的作用下,植物到生長末期时,叶子仍能長久地保持綠色状态。

用低濃度的銅鹽和鉀鹽溶液处理大麦种子,对植物叶子的醣类代謝和谷粒內的淀粉含量都有影响。

由于醣类大量从試驗植株的叶片中运轉出去,因而促使谷粒中的淀粉含量显著增加,这种情况在用鉀处理种子时更加明显。染病品种由于用氯化鉀进行了浸种,使淀粉含量比只經過春化处理的种子增加 8.3%,而用銅处理种子时,使淀粉含量增加 2.7%。

尤棟品种在用鉀处理种子时,淀粉含量增加得最多;比只經過春化处理的种子增加 9.8%。仅仅采用春化处理这一农業技术,就可以使染病品种谷粒中的淀粉含量增加 7.9%,使尤棟品种增加 3.7%。

通过春化处理这一农業技术和在播种前用鉀鹽或其他元素处理种子、使大麦粒中的淀粉含量增加,对于釀造啤酒用的大麦有重大的实际意义。

因此,大麦的盆栽試驗証明,用低濃度的鉀鹽和銅鹽溶液浸种,可以显著增加产量并改善谷粒的品質。

大麦田間試驗的結果 田間試驗是在 2 米小区的試驗地上进行的。每种处理重复二次。用条播法播种,行距 10 厘米。

作物是在高度农業条件下培育的。春耕前,試驗地上施用了有机和矿質肥料:每公頃約施 5 吨馬糞,3 公担过磷酸鹽,1.5 公担鉀鹽和 1 公担硝酸銨。分蘖期又施用了追肥;每平方米施用 20 克硝酸銨和鉀鹽,15 克过磷酸鹽。追肥前进行了松土和除草。

和盆栽試驗一样,在作物进入各个發育时期的時間內,对照与試驗植株之間,并未看出明显的区别。但在用鉀和銅处理种子的試驗处理內,發現植株分蘖力較强。

由于农業技术条件較好,使所有試驗小区上的植株都發育得很好。穗子比盆栽試驗內的植株的大得多,从穗的大小来看,經過春化处理的植株格外突出;尤其是在进行春化处理前用鉀和銅处理种子的麦穗更大(表 8)。

在最后几个处理中,穗長达 11.5—12.5 厘米。

穗的結实性也很高,用鉀鹽和銅鹽浸种,并进行春化处理时,一

表 3 用銅鹽和鉀鹽溶液处理种子对大麦生产力的影响
(1949 年的田間試驗)

試 驗 处 理	穗 長 (厘米)		一个穗上的谷粒数
	最短—最長	50 次測 定 的 平 均	
尤 栋:			
未春化	6.0—9.9	7.9	45—58
春 化	6.3—11.0	8.0	45—60
CuSO ₄ + 春化	6.7—12.5	9.3	47—71
KCl + 春化	6.7—9.7	8.3	47—68
染病品种:			
未春化	5.9—11.0	7.9	44—52
春 化	6.3—10.0	8.0	45—60
CuSO ₄ + 春化	6.5—12.0	8.3	47—70
KCl + 春化	6.5—11.5	8.5	49—70

个穗的谷粒数达 68—71 粒。未經春化处理的对照植株,在染病品种方面,每穗麦粒不超过 52 粒,尤栋品种不超过 58 粒。

8 月 8 日分別按每个处理单独进行收获。谷粒的产量是按 1 平方米計算的(表 9)。

由于高度的农業条件和施了兩次追肥,使各处理內的大麦谷粒的产量都很高。但播种前用鉀鹽和銅鹽浸种后,再进行春化处理的种子則比只經過春化处理的种子,产量高得多,而比未經春化处理的对照植株的产量更高。染病品种每平方米的产量平均如下:用鉀处理的为 695 克;用銅处理的为 675 克;只进行春化处理的为 555 克;未經春化处理的为 520 克。尤栋品种的产量分別为:555 克;542 克;537 克;505 克。由此可見,不論在盆栽試驗或田間試驗內,染病大麦品种对于播种前用各种鹽类溶液处理种子和春化处理,都有較好的反应。

因此,1949 年的大麦盆栽試驗和田間試驗的結果都証实了 1948 年的試驗資料,同时也再一次地証明,播种前用某些微量元素及鉀鹽

表 9 用銅鉀鹽溶液处理种子对大麦谷粒产量的影响
(1949 年的田間試驗)

試 驗 处 理	1 平方米內谷 粒 的 重 量 (克)	增 产 量	
		1 平方米 (克)	%
尤 株:			
未春化	505.0	—	—
春化	537.5	32.5	6.0
CuSO ₄ +春化	542.5	37.5	7.40
KCl+春化	555.0	50.0	9.90
染病品种:			
未春化	520.0	—	—
春化	555.0	35.0	6.73
CuSO ₄ +春化	675.0	50.0	10.57
KCl+春化	695.0	75.0	14.42

的低濃度溶液浸种,特别是与春化处理相配合,可以显著提高大麦产量,并改善谷粒的品質。

对小麦品种吉阿曼特的試驗

小麦試驗的主要任务,是了解播种前处理种子对产品的各部分和谷粒內蛋白質含量的影响。

根据 1948 年的試驗資料,在春化处理前,用硼(硼砂),鉄(氯化鉄)和鉀(KCl)鹽的溶液进行了小麦浸种。小麦盆栽試驗和田間試驗的方法均与大麦試驗相同(表 10)。

每盆內栽培 12 棵植株,在植物的發育初期,不同处理間沒有显著的区别。但在作物抽穗时,則显出了区别。如春化加硼的处理比其余处理早兩天抽穗。播种前用鉀处理种子的植株,虽然与对照植株同时抽穗,但前者抽穗力較强。在抽穗的第一天,該处理內抽穗的莖数就比經过春化处理和未經春化处理的对照植株,以及用鉄鹽处理种子的植株多 1.5 倍以上。

播种前用硼处理的植株,其抽穗盛期比用鉀处理的植株早 3 天,比对照植株早 1 天。以后的观察又証明,这些处理內的植株,在开花

表 10 微量元素对吉阿曼特小麦發育的影响
(1949 年的盆栽試驗)

試 驗 处 理	播 种	出 苗	分蘖始	拔节始	主 莖 抽 穗 %		
					6 月 28 日	6 月 29 日	6 月 30 日
对照(种子未春化)		5 月 12 日		5 月 31 日	—	—	12.5
对照(种子春化)	5 月 8 日		5 月 19 日		—	—	16.6
春化+B		5 月 11 日		5 月 30 日	12.5	20.0	50.0
春化+Fe					—	—	8.3
春化+K							31.0

期和結实期也比对照植株早 2—3 天。結果使这些植株的生长期也縮短 2—3 天。

播种前用鉄鹽处理的植株,在抽穗、开花和成熟期,与对照植株都沒有显著的区别。

因为試驗任务之一是了解播前处理种子对小麦谷粒內蛋白質含量的影响; 因此我們观察了小麦叶片中蛋白氮的动态。它是以水解物(胺酸),也以天門冬素的形态,从叶內轉运到灌漿的谷粒中的。

由于蛋白氮的分析工作很复杂,因此只对两个处理(春化加硼处理,春化处理),在分蘖、开花和灌漿初期分別測定之(表 11)。

表 11 春化及用硼液处理种子对吉阿曼特小麦叶片中蛋白氮含量的影响

試 驗 处 理	蛋白氮含量,蛋白氮含量对叶干重的百分比		
	分 蘖 期	开 花 期	灌 漿 期
对照(春化的种子)	4.3	3.3	2.4
春化+B	4.6	3.6	2.0

試驗結果証明,这两种处理內的植株在分蘖期蛋白質的含量最高,但在开花期蛋白質的含量就減少了,而在灌漿期蛋白質的含量減少得更多。这是可以理解的,因为在营养器官生長旺盛时期(生長旺

盛期一直繼續到抽穗和开花时为止),合成过程胜于水解过程。当一年生作物过渡到結实期时,叶片中的合成过程就不如水解过程旺盛。結果減少了复杂有机質的含量。

在这个时期內,水解产物都輸往繁殖器官——穗。

分析証明,用硼液浸种的植株,不論在分蘖期和开花期,其蛋白氮的含量都比只經春化处理的植株高得多。

在灌浆时期,用硼处理的植株,其叶片中蛋白氮的含量較經春化处理的对照植株少得多。这就表明,此时这些植株的水解过程更强并且水解产物更大量輸往繁殖器官內。毫無疑問,所有这一切都影响到麦穗的营养和灌浆。

作物成熟后,計算了每盆內谷粒的产量(以克为單位),并分别分析了不同处理內構成产量的各个因素,因为这是該試驗的基本任务之一(表 12)。

表 12 春化及用硼、鉄、鉀等鹽类溶液处理种子对吉阿曼特小麦生产力的影响
(1949 年的盆栽試驗)

試 驗 处 理	每盆內有效 莖 的 数 量			有效 分蘖 的平 均数	每盆內的谷 粒重量(克)			每盆內的增 产 量 (为 对 照 的 %)	干粒重 (克)		每盆 內莖 稈重 (克)	莖与 粒重 的比 例	每盆 內風 根重 量 (克)
	主莖	分蘖	合 計		主莖	分蘖	合 計		1948 年	1949 年			
对照(种子沒春化)	12	37	49	4.0	15.6	44.5	60.1	100	35.5	41.0	140	2.3:1	12.6
对照(种子春化)	12	40	52	4.3	16.3	45.7	62.0	103	35.6	41.5	135	2.2:1	12.7
春化+B	12	43	55	4.6	17.0	48.3	65.3	108	36.0	42.2	130	2:1	13.0
春化+Fe	12	38	50	4.2	16.5	46.3	62.8	104	35.8	41.2	137	2:1	12.0
春化+K	12	43	55	4.5	17.2	49.0	66.3	110	36.2	42.0	130	2.2:1	12.5

产量的統計材料証明,播种前用硼、鉄和鉀的溶液处理种子与春化的种子,在所有这三种情况下,均能使产量比只經春化处理的种子有所提高。仅进行春化处理的种子能比未經春化处理的对照植株增产 3.3%。春化加硼液浸种,平均增产 8.8%,春化加鉀溶液处理可

表 13 用微量元素处理种子对吉
(40 穗分析的

試 驗 处 理	穗 長 (厘米)			
	主 莖		分 蘗	
	最短—最長	平均	最短—最長	平均
对照(种子未春化)	10—12.5	11	8.5—11	9.7
对照(种子春化)	10—12.5	11	8.5—11	9.7
春化+B	10—12.5	11	8.5—10	9.5
春化+Fe	10—12.0	11	8—11	9.8
春化+K	10—12.5	11	8.9—11	9.8

增产 10%。用鉄鹽溶液浸种,增产量不多,仅为 4.4%。

产量結果証明,播种前处理种子,特别是用硼和鉀鹽溶液处理种子,产量提高的原因是由于植株的有效分蘗数增多、麦穗的結实性較高,以及部分谷粒比較飽滿所致。

每盆內(12 棵植株)有效分蘗的平均数量,在春化加硼浸种的处理中为 55 个;在加鉀处理中为 55 个;在只經過春化处理中为 52 个;未經春化处理的对照作物为 49 个。

經過春化处理和未經春化处理的对照植株,每穗的平均粒数为 33 粒;加硼处理的为 35 粒;加鉀处理的为 36 粒。这几种处理內谷粒的絕对重量(千粒重,以克計)也較高,平均为 42 克;未經春化处理的为 41 克;春化处理的对照植株为 41.5 克。用鉄鹽浸种的植株,不論从产量上和構成产量的各个因素来看,都几乎和只进行春化处理的植株沒有区别。

为了解用微量元素溶液处理春化的种子对谷粒品質的影响,我們分析了谷粒蛋白氮和淀粉的含量(表 14)。

分析証明,播种前用低濃度的硼和鉀鹽溶液浸种,可以促进谷粒蛋白質的含量显著增加。未經春化处理的对照植株,其蛋白質的含

阿曼特小麦生产力的影响
(平均材料)

一穗中的小穗数				一穗的谷粒数			
主 茎		分 蘖		主 茎		分 蘖	
最少—最多	平均	最少—最多	平均	最少—最多	平均	最少—最多	平均
15—18	16	13—17	14	32—42	33	22—42	30
15—18	16	14—18	14	32—42	33	22—43	30
15—20	16	14—19	15	32—46	35	26—45	30
15—18	16	14—18	14	32—43	34	22—45	30
15—20	17	13—18	15	30—48	36	25—46	30

表 14 播种前用微量元素溶液处理春化过的种子
对吉阿曼特小麦谷粒化学成分的影响

試 驗 处 理	含 量 %		
	澱 粉	总 氮 量	蛋 白 質
对照(种子未春化)	65.6	3.06	14.7
对照(种子春化)	64.4	3.10	14.8
春化+B	63.8	3.20	15.9
春化+K	65.0	3.10	15.3
原始材料(1948收获的种子)	66.8	2.66	12.2

量为 14.7%；春化处理的为 14.8%；但是用硼液浸种，并进行春化处理的植株，蛋白質的含量增加到 15.9%；而用鉀浸种的增加到 15.3%。

应该指出，1949 年的产品的蛋白質含量，一般說来比原始材料的高得多。因为播种用的种子就已经含有 12.2% 的蛋白質。谷粒内蛋白質的含量能否提高，主要在于植物的营养，因为除了基肥以外，在重要的發育时期，即拔节和抽穗时期施了兩次追肥，而且兩次都是

氮肥。許多作者都指出了氮肥对提高小麦谷粒蛋白質含量的作用。在發育末期，施用氮肥对提高谷粒蛋白質的含量作用最大。谷粒內蛋白質含量的多少，是小麦的品种特征，通过一定的無机养分能使蛋白質的含量發生变化，因而小麦品种間蛋白質的含量能趋向一致[莫索洛夫 (Мосолов), 1948]。

除了無机养分外，溫度、日照、水分等因素，对谷粒的蛋白質含量也有影响。所有这些因素，在溫室的条件下(該植物大部分時間都在溫室中)，当然会略有不同。

試驗植株和对照植株間，在谷粒的淀粉含量上，并未發現有显著的区别。用硼处理时，甚至發現淀粉的含量減少了一些。

傑米金科 (Демиденко) 和巴里諾娃 (Барина) 在試驗往土壤內施用硼肥时(1940)，也观察到随着蛋白質含量的增加，谷粒中淀粉的含量減少。因此，吉阿曼特小麦品种的盆栽試驗結果証明，播种前进行小麦春化处理，并用硼和鉀鹽溶液浸种，对萌动胚胎的質量变化有一定的影响，因而对植物今后的發育、谷粒的产量和品質也發生一定的影响。

吉阿曼特小麦品种的田間試驗也和大麦一样，是在試驗地上进行的，农業条件相当优越：播种前施入有机和矿質肥料，并进行了兩次追肥，一次在分蘖期，一次在抽穗期。第一次追肥时，每平方米土地施入硝酸鹽和鉀鹽各 20 克、过磷酸鹽 15 克；第二次追肥也施用这三种肥料，不过，每平方米过磷酸鹽的用量增加到 20 克。追肥前进行了除草和松土。

5 月 17 日播种，5 月 20 日出苗。各处理內的植株均在 6 月 9 日和 10 日抽穗。經過硼和鉀处理的植株，其抽穗力較强。在抽穗的第一天，这两种处理的試驗小区上，抽穗莖的数量显著多于对照区。

由于陰雨和清凉的日子較多，尤其是在夏季的后半期，因而使試驗地上小麦的生長期延長了很久，达 120 天，而一般應該是 100—105 天。特别是从抽穗到种子成熟这段時間，延迟得最長，平均达 63—64 天。然而在这种情况下，不同处理內的植株，在谷粒的成熟上并未發

現显著的区别。

直到9月15日才进行收获。

由于創造了良好的矿質营养条件,使各处理內的植株产量都很高。每株的有效分蘖都在3个到5个左右,不过用硼处理的植株分蘖更多。穗長为12—16厘米,每穗的小穗数为14—19个,每穗粒数达60粒,不过大部分穗都是40—50粒;谷粒很飽滿;千粒重平均为44克,而原来种子的千粒重为36克。

虽然在夏季的后半期,陰雨天气較多,但谷粒的蛋白質含量仍比原来种子显著增加:用来播种的种子为12.2%而經過春化处理的对照植株,在田間条件下,蛋白質含量提高到13.7%。由于播种前用硼鹽溶液处理种子,使谷粒的蛋白質含量增加到14.4%,而用鉀鹽溶液处理时,增加到14.2%。

由此可見,在田間条件下,由于用硼和鉀鹽溶液浸种,使麦粒的蛋白質含量得到提高,但不如盆栽試驗显著。無論和原来种子相比,或者与用各种鹽类溶液处理的种子試驗相比,盆栽試驗內谷粒的蛋白質含量都比田間試驗增加了很多。这是由于在灌浆期,溫室內的溫度較高、土壤湿度較低的緣故。从文献中可以看出,在干热的夏季,谷粒內蛋白質的含量是較多的。

在田間条件下,尤其是在分蘖期,植物的良好营养不仅对小麦产量的高度指标和谷粒品質有影响,就是对穗形那样比較稳定的性狀的变化,也有影响。各种处理內都得了十几个分枝的穗(圖1)。分枝麦穗和一般麦穗不同的地方就是有些小穗發展成分穗,每个分穗有6—8个麦粒。由于麦穗的这种增殖,使吉阿曼特品种小麦变成双穗和三穗小麦。麦穗的多枝性表明,在原始麦穗的整个發育时期內,营养条件都是良好的。

在苏联文献中,曾經提到禾本科作物(小麦等)麦穗分枝的問題。而且指出麦穗分枝的基本原因是由于作物的营养良好[美德維捷娃(Медведева), 1949; 庫別尔曼(Куперман), 1940; 札布路达, 1950等]。



圖 1 在丰富的营养下,吉阿曼特品种小麦麦穗分枝的情况,上面是从一个麦穗的分枝上所取下的麦粒。

从札布路达的著作中可以看到,除了丰富的营养和良好的水分供应以外,植株在光照阶段發育緩慢也对麦穗的分枝有影响。

大家从 T. Д. 李森科院士的植物阶段發育理論中都知道,植物的最大生产力是植物和周圍环境相互作用的结果,这首先决定于植物的生長和發育間的最适宜的协调。在高度的农业条件下施用基肥和追肥,我們所做的吉阿曼特品种小麦和两种大麦試驗中,發現植物的莖叶生長良好、有效分蘖多、穗大、千粒重高,而且蛋白質的含量也多。由此可見,創造保証植物良好生長和發育的有利的無机营养条件,是获得谷类作物丰产的重要因素。

結 論

1. 为了提高谷类作物的單位面积产量,改进土壤耕作技术,除了实行草田輪作制以改良土壤結構和滿足植物对几种主要的無机营养元素的需要外,还必须供給作物以微量元素,滿足各种植物对微量元

素不同程度的需要。

2. 在土壤中施用微量元素, 或播种前处理种子, 都能满足植物对微量元素的需要, 从而使产量提高, 缩短植物的生育期, 改善新陈代谢。

3. 必须更广泛地开展科学研究工作, 研究播种前用微量元素盐类溶液处理种子, 因为这个方法简单易行, 容易应用到集体农庄的实践中。

4. 由于卡累利阿芬兰苏维埃社会主义共和国的灰化土壤缺硼, 而干燥的沼泽土壤缺铜, 因此在上述土壤上施用这些微量元素可以得到很大的效果。

5. 播种前用微量元素处理种子时, 必须采用钾盐, 因为用钾盐处理, 能够显著增产。

6. 为了加强矿质元素的良好作用, 最好在播种前处理种子时结合春化处理, 因为这两种方法并用, 能对种子已经萌动的胚芽发生良好的影响。根据米丘林学说, 对正在发育的幼年有机体给予这种影响, 会引起植物的特性发生显著的变化, 并能定向改变植物的本性。

参 考 文 献

- Аболина Г. И. 1938. Значение минеральных элементов при прохождении стадии яровизации. Докл. АН СССР, т. 18, № 3.
- Аксеньев Б. Н. 1939. О стимулирующем действии азотнокислого калия на семена пшеницы и о причинах этого действия. «Ботанич. журнал», № 3.
- Антыкова А. Я. 1940. Влияние удобрения на качество урожая сахарной свеклы, картофеля и яровой пшеницы. Тр. Вологодского с.-х. ин-та, вып. 2.
- Бобко Е. В., Кедрова-Зихман Э. О. и Денкова М. В. 1934. Физиологическая роль и удобрительное значение микроэлементов. Журн. «Химизация соц. земледелия», № 2.
- Вильямс В. Р. 1937. Основы земледелия. Сельхозгиз.
- Владимиров А. В. 1948. Физиологические основы применения азотистых и калийных удобрений. Сельхозгиз.
- Демиденко Т. Т. и Барнинова Г. А. 1940. Влияние микроэлементов

- на урожай и состав зерна яровой пшеницы. Докл. АН СССР, т. 26, № 3.
- Заблуда Г. В. 1950. Влияние меди на образование и разрушение хлорофилла в растении. Тр. Ин-та физиологии имени К. А. Тимирязева, т. VII, вып. 1.
- Зыкова Т. И. 1945. Влияние предпосевного воздействия солями калия на развитие и урожай овса. Докл. Всес. совещания по физиологии растений, т. 4, вып. 2.
- Каталымов М. В. 1948. Значение бора в земледелии СССР. Сельхозгиз.
- Кедров-Зихман О. К., Кедрова-Зихман О. Э. и Кожевникова А. Н. 1946. Действие бора на урожай и качество семян. «Сов. агрономия», № 3.
- Кедров-Зихман О. К., Кедрова-Зихман О. Э. и Савицкая А. И. 1940. Действие и последствие бора при известковании почвы на величину и химический состав урожая сельскохозяйственных растений в связи с внесением его в почву. Изв. АН Белорусской ССР, отд. естествен. наук, № 1.
- Кокин А. Я. 1938. Влияние бора, меди и марганца на поражаемость хлопчатника *Verticillium dahliae* Kl. и урожай хлопка-сырца. «Советская ботаника», № 4—5.
- Кокина С. И. 1947. Влияние предпосевного наклеивания и солевой обработки семян пшеницы на скорость прорастания и холодостойкость всходов. Тр. научнопроизводств. конфер. по сельскому хозяйству КФССР.
- Куперман Ф. М. 1940. О ветвистых формах озимых пшениц, ржи и ячменя. «Яровизация». № 2 (29).
- Ламбин А. З. 1938. Микроэлементы как факторы урожайности. Тр. Омского с.-х. ин-та имени С. М. Кирова, т. 3 (XVI).
- Лысенко Т. Д. 1948. Агробиология. Сельхозгиз.
- Медведева Г. Б. 1949. Формирование сложного колоса у гибридов ветвистой пшеницы с твердой. «Агробиология», № 4.
- Мосолов И. В. 1948. Урожай и белковость зерна пшеницы в зависимости от сорта и минерального питания. «Сов. агрономия», № 1.
- Наливкин А. А. 1938. Влияние удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы. «Химизация соц. земледелия», № 2.
- Окунцов М. М. 1945. Содержание свинца в элементах зерновки и в растении яровой пшеницы. Докл. АН СССР, т. 47, № 2.
- Окунцов М. М. 1946. Влияние меди на состояние хлорофилла и старение растений. Докл. АН СССР, т. 54, № 9.
- Поспелов И. А. 1947. Борные удобрения на подзолистых почвах СССР. Изд. АН СССР.

- Самохвалов Г. К. 1936. Влияние намачивания семян в солевых растворах на развитие и урожай пшениц. «Химизация соц. земледелия», № 4.
- Станков Н. З. 1939. Изменение структуры урожая яровой пшеницы и ячменя в зависимости от условий минерального питания. Докл. ВАСХНИЛ, № 13.
- Тимирязев К. А. 1948. Земледелие и физиология растений, т. 2, Сельхозгиз.
- Шкварук Н. М. 1947. Увеличение урожая злаковых от предпосевной обработки семян сернокислыми солями марганца и цинка. «Краткие сообщения о результатах научно-исслед. работ Уманского с.-х. ин-та».
- Школьник М. Я. 1941. Изменение химической природы растений под влиянием минерального питания и предпосевной обработки семян. «Сов. ботаника», № 1—2.
- Школьник М. Я. 1940. О предпосевной обработке семян микроэлементами. «Сов. ботаника», № 5—6.
- Школьник М. Я. 1947. проблема микроэлементов в свете новейших данных, «Природа», № 9.
- Школьник М. Я. 1949. Минеральное питание — важнейший фактор получения направленных изменений растений. «Природа», № 7 и 8.
- Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. Изд. АН СССР.

[楊春明譯 邓鴻举校]

微量元素对于纖維用亞麻和紅車軸草 種子的品質和产量的影响

Л. И. 彼特罗娃

施肥是最重要的農業技术之一，Т. Д. 李森科院士(1948 年)指出“善于运用農業技术，甚至能改良遺傳性”。

И. В. 米丘林(1948)*經常教导我們說，“营养是培育作物的最重要的方法之一”。К. А. 季米里亞捷夫(1948)*“認為营养物質的特性和数量是植物外界环境的基本因素，人类通过他們对植物的影响能引起生物体發生變異。

近年来，苏联科学家的工作証明：适当地施用肥料能改良农作物产品的遺傳品質。

О. К. 喀德洛夫-济赫曼的多次試驗說明，石灰和硼对于农作物产品的品質有良好的作用。

栽培纖維用亞麻的地区多半是生草灰化土，大部分酸性都很强，正如 В. Р. 威廉斯指出的，在酸土上施用石灰是正确运用草田輪作制的基本条件之一。此外纖維用亞麻和紅車軸草对硼肥的反应也很好，尤其是在施用石灰的和暗色土壤上反应更好 [卡塔 雷 莫 夫 (Ката-лымов) 1939, 彼依維 (Пыйве) 1938]。

1947—49年期间，曾在亞麻研究所进行田間試驗和盆栽試驗，以便研究石灰、硼和錳对于亞麻和車軸草種子的品質和产量的影响。

試驗是在三种不同的土壤上进行的：

1) 在加里宁州，諾沃托尔日区“新路”集体农庄的生草-重灰化的中度壤土上 ($\text{pH}=4(\text{KCl})$)；腐殖質含量 2.5%；

* 系指他們著作的出版年代而言——譯者註。

2)在列寧農業科學院試驗地的生草-中灰化輕質沙壤土上 ($\text{pH}(\text{KCl})=5.5-6.5$; 腐殖質含量為 2.1%);

3)在加里寧州,諾沃托爾日區“近衛軍”集體農莊的暗褐色輕度沼澤土上 ($\text{pH}(\text{KCl})=6.7-7.5$; 腐殖質含量為 8.1%)。

田間試驗作物為草田輪作中的亞麻, (草田輪作順序: 車軸草 + 第 1 年利用的貓尾草, 車軸草 + 第二年利用的貓尾草, 亞麻, 馬鈴薯, 春小麥, 燕麥, 完全休閑, 冬黑麥間播車軸草 + 貓尾草), 亞麻前作是兩年利用的牧草。春天, 在播種亞麻時的耘土之前施肥。各試驗中使用下列礦物質肥料: 硝酸銨 (含 $\text{N}34\%$), 普通過磷酸鈣 (含 $\text{P}_2\text{O}_5 19\%$), 氯化鉀 (含 $\text{K}_2\text{O} 56\%$), 生石灰 (含 $\text{CaO} 46\%$), 硼砂 (含 $\text{B} 11.34\%$) 和硫酸錳 (含 $\text{Mn} 19.8\%$)。小區面積為 30—40 平方米。試驗是以對比法進行的, 重複 4 次。

5 月初用馬拉條播機播種亞麻, 行距 7.5 厘米。播種量為每公頃 100—120 公斤。黃熟初期收穫, 各小區都在亞麻種子脫粒後計算產量。

盆栽試驗是將亞麻和車軸草栽培在搪瓷盆 (內裝 6—8 公斤土) 內。生育期間每天澆水, 使土壤濕度保持毛細管持水量的 60%。5 月底播種亞麻, 每盆播 50—60 粒種子。間苗後, 每盆留 30 株。種子完熟時進行收穫。

5 月底播種車軸草, 每盆播 50 粒種子; 間苗後每盆留 10 株。盆栽試驗所施肥料和田間試驗一樣, 每公斤土壤內施 P_2O_5 和 K_2O 各 100 毫克, 氮 50—100 毫克, 硼 1 毫克; 鉀和鎂按 $\frac{1}{2}$ 或 1 個水解酸度的碳酸鹽態的純化學肥料施用。試驗重複 3 次。

為了從施過石灰和硼肥的亞麻上收到種子, 1947 年曾在列寧農業科學院的試驗地上進行田間試驗, 試驗設計如表 1 所示

亞麻的產量結果證明: 在干旱的 1947 年, 直接給亞麻使用石灰對其產量並沒有不良的影響; 硼對亞麻的產量影響良好。在施硼和硼 + 石灰的處理內, 亞麻種子中過氧化氫酶的活動性略高些, 並且不論千粒重有多少, 均具有很大的生長力。

表 1 石灰和硼对亞麻产量的影响
(底肥每公頃:N30 公斤, P60 公斤, K60 公斤)

試 驗 設 計	产 量 (公担/公頃)			纖維产率(%) (在內剥麻碱水)	千粒重克 (克)	林的方法 用巴赫和奧巴 林酶的活动性 种子內过氧化	种苗高度 (厘米)	子重的(%) 种苗重为种
	莖桿	纖維	种子					
对照	25.7	4.6	2.9	19.8	4.1	5.8	14.2	182
石灰(½水解酸度)	26.5	4.9	3.0	20.5	4.2	5.9	12.7	203
石灰(½水解酸度)								
+硼 1 公斤/公頃	25.9	4.7	3.1	19.9	4.1	6.0	16.2	210
硼 1 公斤/公頃	27.7	5.0	3.0	19.9	4.0	6.0	18.8	262

但是在 1947 年所采收的供試驗的亞麻种子于 1948 年在全苏列宁农業科学院試驗地上的田間試驗里, 并没有証实石灰和硼对亞麻种子的品質有良好的影响。

为了研究硼及錳对于亞麻种子产量及丰产品質的影响, 于 1948 年又在全苏列宁农業科学院的試驗地里进行田間試驗, 其結果列于表 2。

表 2 硼和錳对于亞麻产量的影响
(底肥: 每公頃 N30 公斤, P60 公斤, K60 公斤)

試驗設計	产 量 (公 担 / 公 頃)			亞麻出產率 (%在碱水內剥麻)
	莖 桿	纖 維	种 子	
对 照	25.7	5.2	3.2	21.6
B (1 公頃施 1 公斤)	25.2	5.6	3.1	23.8
Mn (1 公頃施 10 公斤)	29.9	6.6	3.5	23.7
Mn (1 公頃施 30 公斤)	25.4	5.2	3.1	21.8

該試驗結果証明, 每公頃 10 公斤錳, 对亞麻种子及纖維的产量均有良好的作用, 而每公頃施 1 公斤硼对纖維增产就不太显著。

为了研究从該試驗中所收到的种子的品質, 曾于 1949 年将这

種子播種在全蘇列寧農業科學院的試驗地上和“新路”農莊內的田間試驗里。此外，在 1949 年的田間試驗，還研究了 1948 年所採收的亞麻種子的品質，該種子是烏拉爾區域亞麻試驗站在草田輪作的第一週期內(1929年)施白堊土的多年試驗獲得的。同時還試驗了莫林斯科克國家選種站在 1948 年從草田輪作中施過石灰(1944 年)的休閒地上的多年試驗里所採收的亞麻種子的品質。

1949 年田間試驗所播種的亞麻種子的室內研究結果證明：從施過石灰、硼和錳肥的植株上所收到的種子，過氧化氫酶的活動較強，而從施過石灰的地段上所收到的種子，鉀和鈣的含量則較高(表3)。

表 3 石灰和微量元素肥料对亞麻種子品質的影响(1948 年采收)
(1949 年的田間試驗，底肥 NPK)

試驗設計	種子來源	品種	千粒重 (克)	田間發芽勢 (%)	過氧化氫酶活動 (巴林的方法)	含量(%)			
						油脂	粗灰分	CaO	K ₂ O
對照 B, 1 公斤/公頃 Mn, 10 公斤/公頃 Mn, 30 公斤/公頃	全蘇列寧 農業科學 院田間試 驗	紡紗工	4.5	95.2	1.7	32.7	—	—	—
			4.6	94.2	1.7	35.5	—	—	—
			4.6	—	3.2	37.3	—	—	—
			4.5	96.2	4.2	36.5	—	—	—
對照 白堊, 1/2 公.к. * 白堊, 1 公.к. 白堊, 1 1/2 公.к.	烏拉爾區 城亞麻試 驗站多年 田間試驗	Д-83	4.6	95.0	0.9	35.4	4.1	0.4	1.2
			4.7	96.0	2.1	38.8	3.7	0.5	1.3
			4.7	89.2	3.1	39.1	3.6	0.4	1.3
			4.7	97.2	4.6	39.1	4.0	0.5	1.4
對照 石灰華 1/4 公.к. 石灰華 1/2 公.к. 石灰華 1 公.к. 石灰華 1 1/2 公.к.	斯莫林斯克選種站 的多年田 間試驗	斯達哈諾夫工作者	4.1	86.6	4.0	37.4	3.8	0.8	1.4
			4.1	92.0	5.4	37.5	3.9	0.9	1.4
			4.1	89.6	5.6	37.8	3.9	0.8	1.4
			3.8	93.7	5.7	35.7	3.9	1.0	1.4
			3.9	98.6	5.7	33.2	4.0	1.1	1.4

* 公.к. 為水解酸度。

表 4 材料證明：在土壤里施用石灰和硼肥对亞麻種子的生物學品質有很大的影响。

下面將說明这点：从种植在使用石灰的土壤上并施硼肥的亞麻上采收的种子長出来的植株，其种子和莖桿的产量，以及纖維率都較未施硼肥和石灰者高一些。同时，若石灰量按半倍水解酸度使用时，石灰对丰产种子的品質起良好作用。若石灰用量过多，恰相反，則在大多数情况下，对亞麻种子的品質起不良的作用。

亞麻种子的品質在石灰和硼的影响下，可以得到改良，但若將其播种在强酸性生草-灰化中度壤土上，則这种現象要比在弱酸性生草灰化輕度壤土上更加显明。

錳肥对亞麻种子的品質没有什么良好的作用。

1947年在“新路”集体农庄所进行的亞麻盆栽試驗中，石灰对亞麻种子的产量有良好的作用；从使用石灰和硼肥的处理中所采收的亞麻种子，其过氧化氢酶的活动性都很强(表5)。

为了研究从該試驗中所收到的丰产亞麻种子的品質，我們在以NPK作基肥的同一种土壤上进行試驗。結果証明：1947年从施过石灰和硼肥的强灰化中度壤土上所采收的亞麻种子，在1948年的莖桿，纖維和种子的产量均比采自未施石灰和硼肥的地段的种子高得多。此外，从施过石灰和硼肥的处理內所采收的种子長出来的亞麻，其莖的工艺長度也長，纖維的含量也高。这些处理內的亞麻种子，千粒重都很大，过氧化氢酶的活动性也强，長出来的幼芽(10天的)又重又高(表6)。

因此，在“新路”集体农庄的土壤內，石灰和硼能显著地改进亞麻种子的品質，1949年又用該农庄的土壤进行盆栽試驗，以研究石灰和硼通过种子对其第二代的影响(种子取自1948年盆栽試驗內。)观察結果証明，凡在1947年施过硼肥和石灰肥的植株，其种子發芽势均較强，因而使亞麻在生长期間的生長和發育都很迅速。而对照盆中的亞麻在孕蕾开始前，生長情况就不如施过石灰和硼的种子所長出来的植株，而且开花期又延迟4天。这个試驗資料(表7)証明：由于施用石灰和硼的結果，使亞麻种子的品質得到改良，并能傳給第二代。

石灰和硼肥对于丰产的亞麻种子所以有良好的影响是因为在生

表 4 石灰和微量元素肥料对亞麻种子品質的影响 (1948 年采收)

(1949 年的田間試驗)

試驗設計	种子来源	全苏列宁农業科学院的 田間試驗				“新路”集体农庄			
		产 量 (公担/公頃)			纖維在剝麻液 率(%)	产 量 (公担/公頃)			纖維率 (%)
		莖桿	纖維	种子		莖桿	纖維	种子	
NPK	全苏列 宁农業 科学院	36.9	7.5	4.8	22.7	26.7	5.4	2.3	21.7
NPK+B1公斤/公頃		37.3	7.7	5.0	23.0	31.2	6.3	2.7	21.5
NPK+B+Mn 10公斤/公頃		36.2	7.3	4.8	22.5	27.9	5.6	2.5	21.6
对照	烏拉尔区 域亞麻試 驗站	27.1	4.7	6.3	19.3	18.9	3.6	2.8	20.9
白堊 $\frac{1}{2}$ г.к.		29.3	5.3	6.7	20.4	20.8	3.9	2.8	20.7
白堊 1 г.к.		25.3	4.7	5.7	20.7	22.9	4.5	3.1	21.4
白堊 $1\frac{1}{2}$ г.к.		26.3	4.8	6.0	20.2	28.8	4.4	3.1	21.1
对照	斯莫林斯 克选种站	31.7	5.9	4.0	21.0	24.3	4.8	1.1	21.5
石灰 $\frac{1}{2}$ г.к.		30.2	5.7	3.8	21.3	27.2	5.3	1.2	21.4
石灰 $\frac{1}{2}$ г.к.		34.3	6.9	4.6	22.4	29.8	5.8	1.2	21.1
石灰 1 г.к.		36.4	6.9	4.2	21.7	26.0	5.1	1.2	21.6
石灰 $1\frac{1}{2}$ г.к.		29.8	5.9	3.7	22.0	25.8	4.9	0.9	20.8

表 5 石灰和硼对亞麻产量的影响 (底肥NPK)

試 驗 設 計	产 量 (克/盆)			纖維 率 %	干 粒 重 (克)	种 子 中 的 氧 化 酶 活 性 (巴林 法測 定)
	莖桿	种子	纖維			
对 照	20.2	1.9	3.7	20.1	4.2	4.9
CaCO ₃ $\frac{1}{2}$ г.к.	21.0	6.0	3.9	20.4	5.2	—
CaCO ₃ 1г.к.	18.4	4.9	3.3	19.5	4.7	5.7
CaCO ₃ $\frac{1}{2}$ г.к.+MgCO ₃ $\frac{1}{2}$ г.к.	16.4	7.4	3.0	20.0	4.7	—
CaCO ₃ 1г.к.+B	16.4	6.9	2.9	19.7	4.9	6.1
CaCO ₃ $\frac{1}{2}$ г.к.+MgCO ₃ $\frac{1}{2}$ г.к.+B	17.3	7.5	3.3	20.5	4.4	—
B	17.7	2.7	4.0	21.9	4.4	5.1

表 6 石灰和硼对亞麻第一代种子品質的影响(1948年)
(底 肥 N P K)

試 驗 設 計	产 量 (克/盆)			纖維率 (%)	千粒重 (克)	巴赫和奧巴林的方法) 酶活动(按林 子中过氧化	高度(厘米) 十令幼苗	重的百分比 幼苗重佔种子
	莖桿	种子	纖維					
对 照	14.4	3.1	3.0	22.6	4.1	5.3	7.6	60.4
$\text{CaCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$	18.2	3.3	3.9	23.5	4.5	6.2	10.0	65.3
$\text{CaCO}_3^{1\text{г.к.}}$	18.8	3.2	3.9	23.1	4.7	5.7	9.9	63.5
$\text{CaCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$ + $\text{MgCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$	19.4	3.6	4.1	23.5	4.9	6.1	9.1	64.2
$\text{CaCO}_3^{1\text{г.к.}}$ +B	18.3	3.5	3.9	23.2	4.7	5.1	10.1	65.5
$\text{CaCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$ + $\text{MgCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$ +B	17.6	4.1	3.8	23.5	4.7	6.1	9.5	62.1
B	16.6	4.0	3.5	23.1	4.9	5.1	—	—

表 7 石灰和硼对亞麻第二代种子品質的影响(1949年)
(底 肥 N P K)

試 驗 設 計	产 量 (克/盆)			纖維率 (%)	千粒重 (克)
	莖 桿	种 子	纖 維		
对 照	20.6	4.9	4.7	26.9	5.0
$\text{CaCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$	21.2	5.4	4.9	26.6	5.1
$\text{CaCO}_3^{1\text{г.к.}}$	20.8	5.4	4.9	27.4	4.9
$\text{CaCO}_3^{1\text{г.к.}}$ +B	21.1	5.6	5.0	27.3	5.1
$\text{CaCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$ + $\text{MgCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$ +B	22.7	5.3	5.4	26.8	5.0
$\text{CaCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$ + $\text{MgCO}_3^{1/2}\text{г.к.}$ +B	21.8	5.5	5.1	26.6	5.0
B	21.6	5.4	5.2	27.2	5.1

草-重灰化土上,施用这些肥料对亞麻的發育和生長条件有良好的作用。因为石灰能調节土壤的反应,加强土壤中的微生物活动过程(威廉斯 1947,普良尼什尼科夫 1940年);硼能促进有益土壤微生物的活动,提高亞麻植株內的代謝作用,促进碳水化合物运轉,加强根系

的活动(Я. В.彼依維1938)。

生活条件改变了,就会对生理过程有良好的影响,从而使植株健壮,形成能保証丰产的种子。

“近衛軍”集体农庄(加里宁州諾沃多尔斯基区)曾在暗色弱碱土上安排了盆栽試驗,研究硼对于提高車軸草(具有丰产特性的)种子品質及其产量的作用。

車軸草的試驗是在1947年进行的,試驗設計分对照,PK、PK+B。生育期間,在PK和PK+B处理內的車軸草比对照長得快得多。对照植株的孕蕾期是6月17日,开花期是6月26日,而PK及PK+B处理內的植株,孕蕾期則在6月10日,开花期是在6月18日。从产量上也可看出PK肥和B肥对車軸草莖叶产量和种子产量都有良好的作用(表8)。

表8 硼对車軸草产量的影响(1948年)

試驗設計	产 量 (克/盆)			千粒重(克)	过氧化的(及方) 酶性赫林定 化沿用奧法 敏动巴巴測
	总产量	头状花序	种子		
对 照	17.9	6.9	2.6	1.4	5.7
PK	63.3	23.6	11.6	1.9	5.5
PK+B	78.8	31.5	14.9	1.8	5.9

为了研究車軸草的种子(1948年收获的),又在1949年进行了盆栽試驗:將种子播种在“新路”集体农庄的生草-重灰化土,底肥分别施用PK和 $PK + CaCO_3^{1/2} \Gamma. K$,另外,又在“近衛軍”集体农庄的暗色弱碱土上进行試驗,底肥施PK。

施用PK+B的車軸草的种子,其發芽率如下:在“近衛軍”农庄比对照高48.6%,施用PK的比对照高45.2%,而“新路”农庄則相应是72.5%和51.2%。

种子的發芽势如下:在“近衛軍”农庄,施PK+B者为86.4%,而施PK者为82.3%;在“新路”农庄相应为92.6%和83.2%。

車軸草的干草产量証明，磷鉀肥和硼对車軸草种子的品質有良好的影响(表9)。

表 9 硼对車軸草种子品質的影响

“新 路” 集 体 农 庄			“近 衛 軍” 集 体 农 庄		
第 1 个 处 理		干草产量 (克/盆)	第 2 个 处 理		干草产量 (克/盆)
底 肥			底 肥		
1948 年	1949 年		1948年	1949年	
0		16.4	0		13.9
PK	PK	20.0			
PK+B		21.7			
			PK	PK	18.6
0	PK+	20.6			
PK	CaCO ₃	25.1			
PK+B	1/2Г.к.	28.3	PK+B		18.5

結 論

1. 在生草-重灰化、中壤土上，給亞麻施用石灰和硼能改进亞麻种子的品質。

2. 在土壤中使用石灰，对亞麻种子的 生物学特性的 影响决定于石灰的用量。試驗証明，相当于 半个水解酸度的石灰对于 形成品質良好而丰产的亞麻种子量是最合适的用量。石灰用量过高反而对亞麻种子的这些特性不起作用。

3. 石灰肥里所含的鎂能加强給土壤施石灰时，对亞麻种子品質的良好作用。

4. 由于在生草-重灰化、中壤土內施用石灰和硼的結果，使种子具备丰产的优良特性，而且这种特性不仅表現在第 1 代，也能表現在第 2 代。

5. 对生長在暗色弱碱土上的車軸草施用硼肥，能显著增加車軸

草種子的产量,并能改进其品質。

参 考 文 献

- Алов А. 1943. Последствие удобрений через семона. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 4.
- Вильямс В. Р. 1947. Почвоведение. М., Сельхозгиз.
- Дмитриев И. А. 1941. Влияние микроэлементов на развитие и повышение урожая семян и сена красного клевера. Сб. : «Применение микроудобрений». М.
- Каталымов М. В. 1939. Значение бора в земледелии СССР. Сельхозгиз.
- Кедров-Зихман О. К. 1939. Результаты научно-исследовательской работы в области известкования. Сб: «Известкование почв», под редакцией О. К. Кедрова-Зихман, ВАСХНИЛ, М.
- Кедров-Зихман О. К. Зенкевич Т. И. и Кожевникова А. Н. 1948. Удобрения, как фактор улучшения семенной продукции сельскохозяйственных растений. «Агробиология», № 6.
- Кедров-Зихман О. К., Кедрова-Зихман О. Э. и Кожевникова А. Н. 1949. Влияние известкования почвы на урожай и качество семян сельскохозяйственных растений в связи с применением магния и бора. Тр. ВИУАА, вып. 29. М.
- Лысенко Т. Д. 1948. Агробиология. М., Сельхозгиз.
- Мичурин И. В. 1948. Сочинения, т. I и III. М., Сельхозгиз.
- Пейве Я. В. 1938. Проблема борных удобрений в льноводном хозяйстве. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 10.
- Пейве Я. В. 1938 а. Роль бора в симбиотрофизме льна и практические вопросы применения борных удобрений. «Химизация соц. земледелия», № 4.
- Прянишников Д. Н. 1940. Агрохимия. М., Сельхозгиз.
- Пудовкина З. М. 1949. Влияние режима поливов и удобрений на качество семян хлопка. «Селекция и семеноводство», № 12.
- Тимирязев К. А. 1943. Краткий очерк теории Дарвина. М., Сельхозгиз.
- Тимофеев Д. Т. 1949. Влияние сроков сева на наследственные изменения качеств семян овса. «Селекция и семеноводство», № 2.

[車峻霖譯 邓鴻举校]

微量元素对棉花产量的影响

E. A. 古吉柯

新区棉花科学研究所达格斯坦棉花选种試驗站曾于 1947 年,在深栗色,重碳酸鹽黏土的水澆地上(碱性反应),研究微量元素对棉花产量的影响。該土壤中的腐殖質含量平均为 4.5—5%。試驗的目的是为解决下面两个問題:1)播前以錳、硼、鋅、銅等鹽类溶液处理种子对棉产量的影响;2)施于土壤中錳、硼对棉产量的影响。

为了闡明第 1 个問題,曾設置了兩個試驗,即田間試驗和盆栽試驗;而对第 2 个問題,則仅設置了一个盆栽試驗。

田間試驗是按下列方案設計的:(1)对照——在水中浸种并处理种子;(2)以 0.03% 硫酸錳溶液处理种子;(3)以 0.01% 硼液处理种子;(4)以 0.05% 硫酸鋅液处理种子;(5)以 0.005 硫酸銅液处理种子。

播种前,將种子放于水中及上述各种微量元素溶液中浸 6 小时。用手將潮湿的种子(611 品种)播于土中。小区面积为 14 平方米,行距 70 厘米,重复 4 次;植株密度 $70 \times 30 \times 1$ 共計每公頃有 4 万 8 千株。

土壤耕作及棉花生育期間的管理如下:及时而精細的进行秋耕;春耙保墒;划分小区;适时而精确的播种;保持土壤疏松并無杂草;生育期間灌水兩次——1 次在棉株孕蕾时,另 1 次在开花期。

調查并統計發芽率,秤量成熟棉鈴的籽棉重,并折算总产量及霜前花产量。田間試驗的結果列于表 1。

試驗結果証明,以錳处理种子,籽棉的增产量最小,这可能是由于在該試驗中,处理种子的錳溶液濃度不够,以致減弱棉产量的作

用。微量元素不仅能增加棉花的总产量,并且也能改进它的品质。霜前花的产量比对照增加了。例如,以锰处理种子比对照高10%,以硼处理的高11%,以锌处理的比对照高9%,以铜处理的比对照增加7%。

表 1 微量元素对棉花产量的影响

試 驗 設 計	籽棉总产量	增产量	以对照为 100 霜 前花产量的(%)	鈴重(克)
	(公担/公頃)			
对照(以水浸种)	22.5	—	100	4.0
以0.03%硫酸錳液浸种	23.2	0.7	110	4.1
以0.01%硼液浸种	25.6	3.2	111	4.5
以0.05%硫酸鋅液浸种	27.1	4.6	109	4.4
以0.005%硫酸銅浸种	27.5	5.0	107	4.3

試驗中,以锰液浸种的棉鈴重量平均增加0.05克,以硼液浸种的平均增加 0.50 克,以锌液浸种的增加 0.40 克,以铜液浸种的增加 0.32克。

应当指出,凡是用微量元素溶液处理过的种子长出来的棉株都生长得很茁壮,呈濃綠色,并且很少感病而凋萎。

我們發現用微量元素溶液处理棉种子,特别是用锌和铜处理过的种子,在土中發芽早。例如,試驗小区比对照区早出苗 4—5 天,并且也比较整齐。此外,由锌和铜处理过的种子长出的幼苗呈濃綠色。

棉种發芽迅速,并出苗早对于达格斯坦棉区有極其重要的意义。因为在干燥的春天,强烈的东风会很快地将地表吹干,因而常使种籽不能發芽,造成严重的缺苗现象,甚至幼苗往往枯死。

籽棉产量及其品质之所以被提高,可能是由于在含有大量石灰的、碱性土壤内,微量元素是处于棉株不易吸收的化合物状态,因此,当浸种时,这些元素的水溶液渗入种子内,即使为量不多,也能加强

植物的营养。

在进行田间试验的同时,还进行室内盆栽试验,其方案如下:(1)对照——以水浸种并处理种子;(2)用0.08%硫酸锰液浸种;(3)以0.01%硼酸液浸种;(4)以0.04%硫酸锌液浸种;(5)以0.01%硫酸铜液浸种。

种子在微量元素盐类溶液和水中浸12小时,然后播种在装土的盆里。从研究微量元素对棉花影响的试验地里取土装于盆中。试验重复4次。每一盆里种1株。盆内土壤的湿度保持饱和容水量的60%。在孕蕾始期收获棉株的地上部分(茎叶)。将采收的茎叶加以风干,再称重。所得资料列于表2。

表2 微量元素肥料对提高棉株风干茎叶产量的影响

试 验 设 计	风干茎叶重(毫克/盆)	增 产 量 (%)
对照(以水浸种)	229	100
在0.08%硫酸锰液中浸种	502	220
在0.01%硼酸液中浸种	360	157
在0.04%硫酸锌液中浸种	345	151
在0.01%硫酸铜液中浸种	335	147

上述试验结果很有价值。因为在微量元素的影响下,使棉花干物质产量比对照增加了47—120%。

在第2个室内盆栽试验内,曾经研究了微量元素对棉花的影响。装土前将锰硼溶液施于土中。这个试验的方法和第一个盆栽试验相同。试验结果列入表3。

从表中可以看出,在土壤栽培中,施锰使茎叶的干物重比对照增加23%,施硼较对照增加32%,而将硼、锰混施入土中者,则增产50%。

因此,上述试验证明,用锌、硼、锰、铜等盐类的稀释溶液处理棉花种子,及将硼锰施于土壤中都是有效的。

表 3 微量元素对提高棉花風干莖叶产量的影响
(硼和錳的施量(毫克/1公斤土壤))

試 驗 設 計	莖叶風干重(毫克/盆)	增 产 量 (%)
对照(未施微量元素)	217	100
錳 10	268	123
硼 4	287	132
錳 10+硼 4	326	150

如果在播种前处理70公斤种籽(1公頃的播种量),则需要56克硫酸錳(100毫克錳兌1升水)42克硼砂(9毫克硼兌1升水),35克硫酸鋅(57毫克鋅兌1升水)和14克硫酸銅(26毫克兌1升水)。

試驗結果証实了,在含大量石灰的水澆地上給棉花施用微量元素的效果。

在生产中,播前浸种时,建議所用的微量元素溶液的濃度毋須很大,而采用这种农业技术措施在經濟上也是很有利的。

[卓凌霖譯 邓鴻举校]

微量元素对揮發性油料作物的影响

M. H. 澤楚尔

本試驗的目的是研究微量元素对假荆芥 (*Nepeta Cat. V. Citriodora*——二年生作物) 和青蘭屬 (*Dracocephalum moldavia*) 的莖叶产量, 以及这些作物內揮發油含量的影响。

試驗是在試驗地里进行的。以 0.001% 的硼酸, 0.001% 的硫酸錳和 0.001% 硫酸銅作为微量元素肥料。上述元素的濃度是我們預先以揮發性油料作物进行初步試驗后所确定的。另外以硫酸銨, 过

表 1 微量元素对于假荳芥生長第 1 年和第 2 年的出油率
和鮮物質产量的影响

試驗設計	1948 年					1949 年				
	植株高度 (厘米)	第 1、2 排 幼芽数日	單株鮮重 (克)	干物質量 (%)	揮發油出產率 (占干物質%)	植株高度 (厘米)	第 1、2 排 幼芽数日	單株鮮重 (克)	干物質量 (%)	揮發油出產率 (占干物質%)
对照	38	68	206	17.4	0.51	60	214	238	26.2	1.02
B(4 对叶时)	49	91	246	18.7	0.48	62	216	257	27.1	1.11
Mn(同上)	41	72	185	19.3	0.46	71	206	277	26.3	0.95
E(孕蕾期施)	52	87	258	20.2	0.54	78	338	335	27.4	1.29
Mn(同上)	52	97	257	21.3	0.42	80	304	372	26.8	1.33
B(在 4 对叶时 施并用 NPK 作底肥)										
NPK	37	54	241	20.7	0.48	75	242	290	24.8	0.92
NPK+B	46	75	259	21.1	0.36	79	285	307	27.7	1.26
NPK+Mn	38	68	248	20.5	0.35	74	263	299	27.1	1.13
NPK+B+Mn	51	88	272	21.5	0.68	86	287	392	29.3	1.34

硫酸鈣和鉀鹽作为多量肥料。用澆肥液的方法(每棵作物澆 100 毫升溶液),給試驗作物施用微量元素。分兩次施用:即植株長出 4 对真叶时和孕蕾初期。多量肥料則以干燥状态施在作物的兩边。于假荊芥生長的第 1 年施肥。开花盛期时測定揮發油出产率。

試驗处理和結果分列于表 1 和表 2。

表 2 微量元素对于青蘭的出油率和鮮物質产量的影响

試 驗 設 計	植 株 (厘 米) 高 度	第幼 1、 2 数 排目	單株鮮重		干 物 質 量 (%)	出 油 率	
			克	为对 照%		佔質 干物 %	为对 照%
对照	50	71	319	100	16	0.56	100
B.在有 4 对叶时施	52	84	350	110	21	0.75	134
B.在孕蕾期施	55	89	424	133	20	0.78	139
Cu.在有 4 对叶时施	56	82	450	141	18	0.72	129
Cu.在孕蕾期施	54	80	362	114	16	0.70	125

从上述材料中可以看出,在微量元素的影响下,假荊芥和青蘭的莖叶量都增加了,这点很重要,因为在这些植株的叶片和花序中都含有揮發油。在假荊芥生長的第 1 年和第 2 年,因为施用了硼和錳,使莖叶的产量增加了。这些微量元素的肥效在植物生活的第 2 年表現得很显著。在施用完全礦物質肥料作底肥,并施用錳和硼的处理中,植物發育得非常茁壯。在該处理內,1 株的平均重量为 392 克,而每棵对照植株平均重为 238 克。但在單位面积产量上,則孕蕾期施錳的植株重 372 克,施硼者重 335 克。

在青蘭方面,以出現 4 对真叶时施銅者,其莖叶量最高:平均 1 棵植株重 450 克,对照植株重 318 克,在孕蕾初期施硼的植株重 423 克。

假荊芥或青蘭的植株重量所以能增加,主要是因为叶子和第 1 和 2 排幼芽数目增多的原故。

微量元素不仅能促使莖叶量增加,而且在許多場合下,也能促进

揮發油在植物体内积蓄。上述的出油率的資料指出：于假荆芥孕蕾期施錳，可使其油量提高30.4%（与对照相比），如果施N P K作为底肥，再施硼和錳，則使油量提高了31.3%，施硼使油量提高26.4%。完全矿物質肥料对揮發油的积蓄过程有不良的作用。在孕蕾期施硼，能使青蘭的出油率增加39.3%，而于孕蕾期施銅，能使出油率增加28.6%。揮發油量因微量元素的影响而增加，可能是由于微量元素显著地提高植物体内碳水化合物和蛋白質的含量，而碳水化合物和蛋白質是合成揮發油的原料。

我們在青蘭作物的試驗中，曾获得硼和銅的第2年肥效对作物后代影响的資料。为此，將1947年从第1代植株所收获的种籽于1948年播种在另一塊土壤中。从第2代（1948年）植株上收获的种籽又于1950年播种。試驗結果列于表3。

表3 微量元素对1947年收获的种籽和第2代、第3代种子品質的影响

試驗設計	鮮物重		干% 物質重	出油率		鮮物重		干% 物質重	出油率	
	克	为对照 %		占干物 質%	为对照 %	克	为对照 %		占干物 質%	为对照 %
对照	377	100	20.2	0.55	100	462	100	24.4	0.45	100
B (于1947年 有4对叶时)	478	129	23.4	0.73	138	608	132	26.5	0.75	168
B (于1947年 孕蕾期施)	433	117	21.9	0.74	139	554	120	25.7	0.63	141
Cu (于1947 年有4对叶 时施)	433	115	22.4	0.67	127	517	112	25.1	0.59	131
Cu (于1947年 孕蕾期施)	418	111	20.8	0.63	119	507	110	25.0	0.47	105

試驗結果証明：第2代和第3代的青蘭植株仍能保持該作物在第1代因硼和銅的影响而获得的提高揮發油含量和地上部分产量的能力。如果在出现4对真叶时施硼和銅，則其第2年的肥效要比在

孕蕾期时施用来得高。这是因为在植物的發育初期施用硼和銅，要比在孕蕾期使用更易于使新陳代謝發生較大的生理变化和生化变化。在高溫和水分不足条件下，能使硼充分發揮其良好作用，这一点在試驗中第3代的植株上也發現了。

試驗証明：如果青蘭只在第1代获得了微量元素，那末其在第1代因硼和銅的影响，所發生的变異（揮發油含量和莖叶产量都增加了）能够遺傳給第2代和第3代。这些資料証明，借助于微量元素，可以定向的改变植物的本性，并能在后代中，把这种变異巩固下来。

[車峻霖譯 邓鴻举校]

微量元素对观赏作物的影响

В. И. 阿帕拉佐娃

大家都知道,硼和锰能增加植物的綠色質粒和产量,加速植株的發育。本文就是研究硼和锰对提高一串紅(огненный шалфей)的观赏品質的影响,以及能否在其后代中,把这种影响巩固下来。

用播种前处理种子的方法使試驗作物获得硼和锰。硼是采用硼酸态的硼,濃度为 1 公升水內溶 0.5 克和 0.2 克硼,锰是采用高锰酸鉀,濃度为 1 公升水內溶 1 克锰¹⁾。以适量的溶液浸湿种子,使其在 1 晝夜內保持湿润状态,然后慢慢晒干,直到种子重量不再变化时为止。有些种子曾經处理了兩次。以用水处理和干燥的种子作为对照。

試驗是在田里进行的。从植株的生育初期就已發現获得微量元素的植株,和对照植株之間有差異。首先表現在生長勢的提高上——植株高大。在試驗植株上有大量的側芽和叶子。但在营养体的發育上,不是所有获得硼和锰的植株都較对照高。在所有試驗处理中,以用硼酸溶液处理兩次的植株为最好(处理 6)。这些植株要比对照高一半,叶子多 16%(表 1)。

当植株开花結实的时候,發現这些植株开花最早(6 月 16 日)。用水处理兩次的植株到 6 月 21 日就开花了(处理 8),种子未經处理的植株(对照)在 6 月 25 日开花。其余各处理內的植株几乎都和对照同时开始开花。

但施用上述濃度的硼对植株花器官的形成仍有良好的作用。試

1) 以后文內即簡写 B-500, B-200, Mn-1000。

驗結果証明,由于硼的影响使花增多了 20% (表 2)。

收获种子后,曾测定了种子的發芽势和千粒重。結果 B-200 处理內的种子,千粒重略高于对照,但种子發芽势却比对照高得多。

表 1 硼和錳对于一串紅的發育和生長的影响

試驗处理	試 驗 設 計	6 月 16 日 植株高度 (厘米)	7 月 5 日 單株的叶数	8 月 1 日 單株的花数	千 粒 重 (克)
	处理 1 次的种子				
1	B-500	9	77	180	2
2	B-200	11	67	178	2
3	Mn-1000	11	82	174	2
4	水	8	76	180	2
	处理 2 次的种子				
5	B-500	11	79	185	2
6	B-200	14	90	201	3
7	Mn-1000	12	83	190	3
8	水	9	76	175	3
9	对照(未处理的种子)	8	67	165	3

表 2 硼对一串紅后代的發育和生長的影响

試驗处理	試 驗 設 計	7 月 4 日 植株高度 (厘米)	7 月 20 日 單株的叶重 (克)	8 月 15 日 單株的花数	千 粒 重 (克)
	处理 2 次的种子				
1	B-200(1949 年)	18	32	200	3.2
2	水 (1949 年)	17	27	189	2.9
3	B-200(1949 和 1950 年)	23	45	253	3.2
4	水 (1949 和 1950 年)	18	32	175	2.9
5	B-200(1950 年)	20	40	225	3.1
6	水 (1950 年)	19	30	190	2.9
7	对照(未处理的种子)	16	29	196	3.0

以后在 1950 年就只用从 B-200 处理内收获的种子来播种。另外也播种未經处理的种子和用同样方法处理兩次的种子。茲將这些植株的生長和發育强度的資料列于表 2。

試驗結果証明,以硼液处理种子,其影响可維持到第二年。假使把播种前一年用硼素处理种子的影响和播种当年处理的影响比較一下,就可看出,在播种当年,硼素影响要稍微强些。

如果植株連續兩年都获得了硼素,則硼效更大。这点表現在花和营养器官的形成上。

因此,在連續几代內,用微量元素来影响植株,可以改善种子的品質(在适当的条件下)。这一点也被其他研究者(什科里尼克,1949; 加尔布卓娃,1949; 澤楚尔,1950)的試驗所証实。

[車浚霖譯 邓鴻举校]

播种前用微量元素溶液处理种子对于 农作物产量的影响

A. 3. 拉姆宾

播种前用水、便尿和粪汁来处理种子在一百多年以前就已经采用了,并且这种处理对于作物的产量表现了良好的影响。后来,又开始用碱、酸和不同浓度的盐类(其中也包括含有微量元素的化合物在内)来处理种子。

已经知道高浓度的碱、酸和盐类对植物是有毒的,但若将上述盐类的浓度大大地降低时,就可以加强植物有机体的生命活动。有许多学者[格里克曼(Гликман),1930;科基娜,1946;及其他学者]都在研究所谓用化学方法刺激种子的问题。其中有些学者已经发现了在盐类溶液中浸种的良好作用,而在另一些试验中,则并未证实这一点。A. B. 彼捷尔布尔格斯基(Петербургский, 1928)在不同浓度的锰盐溶液中处理甜菜的种子得到了不良的结果。С. И. 日加洛夫(Жегалов, 1927年)和H. A. 马克西莫夫(Максимов, 1925年)也得到了同样的结论。他们作出结论说,有刺激性的化合物没有任何科学的价值,它们将来也不会有实际的意义。

М. Я. 什科里尼克在其“微量元素在植物的生活和在农业中的意义”一书中(1950)写道:“关于刺激种子的问题应该完全纠正过去的看法。用化学方法刺激种子没有成功的主要原因,除了是由于在播种前浸种溶液的浓度过高和浸种的时间太长外,还因为对于那些能保证种子播前处理成功的条件、进行研究的必要性估计不足”。决不能否认 М. Я. 什科里尼克所说的播种前用高浓度溶液和长时间处理种子的相对作用。我们在播种前用不同浓度的溶液和不同时间处理

种子的試驗証實了 М. Я. 什科里尼克的結論。М. Я. 什科里尼克 (1940) 在研究播种前用濃度較高的硼、錳、鋅等化合物处理大麦、苜蓿和貓尾草的种子时，發現植物地上部分的干物質有很大的增加。另外他还發現播种前处理种子可以增加莖、叶中醣类的含量(尤其是單醣和蔗糖等可溶性醣类的含量)和提高产量。

在 П. А. 夫拉修克和 М. М. 什克瓦魯克 (Шкварук, 1946) 的試驗中，曾于播种前种子春化时用錳、鋅、鎂和硼等化合物处理种子，結果也使产量增加了12—30%。用微量元素处理种子可以提高蔬菜的产量，增加醣类的含量等。上述事实証實了我們的結論；即播种前用各种微量元素处理种子具有重大的实际意义(拉姆宾, 1949)。在这方面还应当扩大研究在播种前用不同濃度的微量元素，及其混合物来处理更多的种用材料。И. В. 米丘林曾指明(米丘林全集, 1948 年版)，植物有机体在不同的生活时期內有很大的差別，因此，應該在植物發育的幼嫩阶段来影响它和控制它的活动。播种前用微量元素处理种子是加速种子發芽、促进植物在其生長后期的旺盛生長和成長的方法之一。

在以前的著作中(拉姆宾, 1949)，我們曾把几年来对微量元素作用的观察总结了一下。結果發現，在不饱和鹽基的土壤內，施用少量的銅、鋅、鋁及其他微量元素，可以使盆栽春小麦的产量比 NPK 处理提高很多。在任何情況下都發現叶綠素的数量增加了、叶子对 CO_2 的同化能力也加强了，并且还增多了各种糖分的累积量，而在小麦的籽实內使蛋白質和淀粉也都增加了。已經确定，無論在砂土栽培，砂土水培和水培或在田間小区的条件下，微量元素对于小麦的生長和产量的良好影响均可达数年之久。

在許多論文和著作中(維諾格拉多夫等, 1948)都指出了微量元素对于植物的生長、产量和化学成分的良好影响，这些作者指明，微量元素在植物生長和發育的代謝过程中有重大的作用。

我們在播种前用不同濃度的微量元素溶液处理种子也得到了良好的結果。將少量的微量元素施在土內有一定的困难，因为不可能

均匀地分佈在田間。利用播种前处理种子的方法就簡單多了，而且这种方法在生产中也是容易作到的。我們需要确定不致降低种子發芽势的微量元素的濃度和闡明种子播种前处理的时间。而主要的任务是要找出施在土中的和用来播种前处理种子的各种微量元素，在对作物的發育和产量的作用上有何不同。

微量元素对春小麦 *millturum*321 种子發芽势的影响 (1945 年的試驗)。播种前用微量元素的鹽类溶液处理种子是借普通的浸种法来进行的;就是把种子放在瓷皿內,用不同濃度的微量元素鹽类溶液浸 12—24 小时。溶液和种子的比例是3:1。在对照試驗內也同样把种子浸在蒸餾水內。用来浸种的微量元素有:硫酸銅、硫酸鋅、硫酸鎂,濃度是每升溶液中含有 10 和 20 毫克上述元素,此外 还有氯化鋁、硼酸(濃度是每升溶液中含有 5 和 10 毫克元素)和上述几种微量元素的混合液(濃度是每升溶液內含有 20 和 40 毫克元素)。浸完种

表 1 播种前处理(用微量元素溶液浸春小麦的种子)对种子發芽势的影响

浸 种 时 間	蒸 餾 水	微量元素的用量(每升溶液中的毫克数)					
		CuSO ₄		ZnSO ₄		MnSO ₄	
		10	20	10	20	10	20
种 子 發 芽 势 (%)							
12 小时	95	96	96	97	95.0	96	98
24 小时	96	96	94	94	85.0	94	96

浸 种 时 間	蒸 餾 水	微量元素的用量(每升溶液中的毫克数)					
		SrCl ₂		H ₃ BO ₃		微量元素混合液	
		5	10	5	10	20	40
种 子 發 芽 势 (%)							
12 小时	95	95	92	93	93.5	97	95
24 小时	96	94	84	93	92.0	95	92

后把溶液倒掉，生長皿內放一層濾紙，其上鋪石英砂，然后將种子培养在生長皿內，生長皿的重量是一致的，都放在湿度相同和溫度相同（25°C）的条件下。試驗結果列入表 1。

表內資料証明，微量元素的濃度愈高，种子和溶液相互作用的时间愈長，則春小麦种子的發芽勢也降低得愈多。鋅和錳等化合物比其他微量元素更严重地延緩了种子的發芽勢。虽然在銅、錳、硼等溶液和微量元素混合液中浸种时，發芽勢沒有多大差別，但浸种的时间对于延迟种子的發芽也有影响。根据表 1 內的数字可以作出这样的結論：即最好是采用低濃度的溶液浸种；銅、鋅、錳等元素在每升溶液中应有 10 毫克，錳和硼酸可以低到 5 毫克，微量元素的混合液則为 20 毫克，浸种时间为 12 个小时。

施在土壤中的和用来进行播前处理种子的各种微量元素对春小麦的發育和产量的不同作用的比較（1944 年的試驗）。施在土壤中的和用来播前处理种子的各种微量元素的比較，是用盆栽試驗进行的，每盆裝 5.5 公斤絕對干燥的土壤。土壤的化学特性如下： $\text{pH}=6.1$ ，腐殖質（0—20 厘米深度）3.5%；总氮量为 0.183%，磷酸为 0.09%，水解酸度为 3.1 毫克当量。鹽基饱和度为 68.3%。可吸收鹽基的总量为 6.7 毫克当量。土壤內施入 NPK 基肥和銅、鋅、錳等硫酸鹽态的化合物，以純原素計每公斤土壤 5—10 毫克，另外还施用了氯化物态的錳（每公斤土壤折合 2.5—5.0 毫克錳素）和硼酸态的硼（每公斤土壤折合 1.25—2.5 毫克的硼素）。

按照普通的土壤栽培法来安排試驗。播种前用微量元素化合物溶液处理种子是用兩種方法进行的；一种是用普通浸种法（浸 24 小时），另一种是用鐘罩式抽气唧筒把空气抽出来，使微量元素溶液滲透到种子內。第一种方法，在浸 24 小时后，倒掉溶液，即把种子放在生長皿內催芽，待胚根長到和种子一样長时就移栽到盛着未施微量元素土壤的盆內。滲透法是在裝滿微量元素溶液的坩堝內进行的。把盛着种子的坩堝放在鐘罩內，把空气抽出来，直到压力降到 50 毫米水銀柱时为止。此时种子表面即有許多气泡产生；用鐘罩式抽气

唧筒繼續抽气 3 小时。当鐘罩內的压力重新增加到大气压力时,溶液就从种子的小孔进入种子,以后再把种子留在溶液內繼續浸 24 小时。渗透法能够加速溶液渗透到种子內的过程,而使种子比普通浸种法更早地吸饱溶液。以后的步骤与普通浸种法沒有区别。同样把种子的幼苗栽植在盆內。試驗重复 4 次。

試驗是用春小麦 *Triticum vulgare* 和 *T. militarium* 进行的(表 2)。

試驗結果証明,施在土壤中的硫酸銅(每公斤土壤施入 5 毫克和 10 毫克銅)对于春小麦产量的影响,5 毫克者要較 10 毫克为显著。播种前在濃度为 20 毫克的溶液內处理种子(浸种),其結果和把硫酸銅施在土壤中时差不多。

銅液(濃度为每升溶液含有 20 和 40 毫克銅)渗透浸种时,春小麦的产量要比在普通浸种法为低。这些結果表明,施銅于土壤中和用普通浸种法或渗透浸种法处理种子时,在春小麦的产量上并未發現有多大差異。这件事具有实际的意义,因为它开辟了用銅来进行种子播前处理的可能性。

將同样濃度的硫酸鋅施在土壤內和用它来进行播种前的种子处理也可以提高小麦的产量。虽然施在土壤中的鋅对种子的产量比在播前用它处理种子时提高很多,但將高濃度的硫酸鋅施在土壤中仍会降低小麦的产量。試驗証明,鋅化合物可以有效地用来进行播前的种子处理。

不同濃度的錳化合物,無論施在土壤中或用来播前处理种子,均比銅和鋅等化合物的毒性輕一些。錳化合物(5 毫克的用量)对春小麦的生長和产量有極明显的良好影响,但硫酸錳的濃度太高时(施在土壤中时为每公斤 10 毫克,浸种时的濃度为每升溶液有 40 毫克錳),則使春小麦的产量比最适量(5 毫克)低些。5 毫克的硫酸錳施在土壤中和用濃度为每升溶液有 20 毫克进行播前的种子处理相比,在产量上几乎沒有什么差別。但用同样濃度的錳溶液渗透时,小麦的产量就比对照提高 56.5%,也就是說,比施錳于土中时的产量还要高些。

表 2 播前处理春小麦的种子(在不同浓度的微量元素溶液中浸种)对于产量的影响

試 驗 处 理	微量元素 的 濃 度 (毫克)		在土壤中施用微量元素				用微量元素溶液浸种				將微量元素溶液滲到种子內			
	在1公 斤土壤 中	在1升 溶液中	产 量		种 子		干 物 質		种 子		干 物 質		种 子	
			干 物 質	克	种	克	克	%	克	%	克	%	克	%
对 照	—	—	29.1	61.5	8.9	57.5	29.1	61.5	8.9	57.5	29.1	61.5	8.9	57.5
NPK	—	—	47.3	100	15.5	100	47.3	100	15.5	100	47.3	100	15.5	100
NPK+CuSO ₄	5.0 10.0	20 40	63.2 59.3	133.6 125.4	21.6 19.7	139.3 127.1	62.1 —	131.4 —	21.5 —	138.6 —	56.6 63.0	119.7 133.5	17.1 19.0	110.3 123.1
NPK+ZnSO ₄	5.0 10.0	20 40	64.7 59.5	136.8 125.8	21.2 18.7	136.8 120.7	— 57.9	— 122.4	— 17.2	— 111.0	51.4 56.9	108.7 120.2	17.7 19.0	114.5 122.4
NPK+MnSO ₄	5.0 10.0	20 40	64.8 57.7	137.0 122.0	20.5 15.6	132.0 100.7	61.4 50.1	129.8 105.9	19.8 18.3	127.9 117.6	73.7 72.2	155.7 152.5	24.3 23.1	156.5 149.3
NPK+SrCl ₂	2.5 5.0	10 20	58.3 54.9	124.3 116.1	18.6 17.5	120.0 112.8	62.1 66.7	131.4 141.0	18.4 18.7	118.7 120.6	59.3 62.3	125.4 131.8	18.1 19.3	116.6 124.6
NPK+H ₃ BO ₃	1.2 2.5	6 12	60.1 45.4	127.1 96.0	21.4 11.5	138.1 74.3	57.1 55.9	120.7 118.1	18.0 19.5	115.7 125.4	62.0 64.1	131.0 135.6	18.5 22.4	119.6 144.3

由此可見，借助於溶液滲透浸種法來用錳化合物進行播種前的種子處理，比起施錳於土壤中是更為有效的一種方法。

將氯化錳（濃度為每公斤土壤施 2.5—5.0 毫克錳）施到土壤中也可以提高產量，但較高濃度的錳是有毒的。如果播種前用氯化錳（濃度為每升溶液含有 10—20 毫克錳）來處理種子，則濃度愈大，小麥的產量也愈高。在 1946 年的試驗里，施到土壤中的和用來播前處理種子的錳化合物，效果沒有多大差別，而在 1945 年的試驗里，播種前用氯化錳處理種子則比較好一些。

施在土中的硼酸（每公斤絕對乾燥的土壤施入 1.25 毫克硼）和用來播前處理種子的硼酸（濃度為每升溶液含有 6—12 毫克硼），都對小麥的產量有很好的影響。播前用硼酸溶液處理種子時，溶液的濃度愈高，小麥的產量也愈高，而將硼素滲透到種子內時，產量最高。每公斤土壤施入 2.5 毫克硼酸即顯出毒害作用，並顯著地降低了種子的產量。儘管表 2 內的數字有很大的說服力，但我們並不能認為 1945 年所採用的濃度就是最後肯定的濃度。我們並沒有充分說明小麥種子在溶液中浸種時間的問題。

1946 年我們又進行了幾個補充試驗，並且把試驗設計擴充了一下，以便解決這些問題。銅、鋅、錳和錳的濃度都比 1945 年所用的濃度降低了 $\frac{1}{2}$ 。除單獨把一種微量元素施在土壤中和用來浸種之外，又把所有目前單獨使用的微量元素混合起來進行了試驗。播前處理種子只採用浸種法。土壤中施入了銅、鋅和錳，每公斤土壤為 2.5 和 5.0 毫克元素；這些微量元素的混合使用為每公斤土壤 5—10 毫克元素總量。為了進行播前浸種，我們採用了銅、鋅、錳（濃度為每升溶液含有 10 毫克和 20 毫克元素）和這些元素的混合液（總濃度為每升溶液含有 20—40 毫克）。浸種時間第一組 6 小時，第二組 12 小時，第三組 24 小時。

把微量元素施在土壤中時，小麥種子在蒸餾水內浸 12 小時。試驗是在容量 5.5 公斤的盆內進行的。土壤的化學特性和以前所說的一樣。供試作物是春小麥 *Tr. vulgare* v. *Caesium* 111 號。

作物只長到抽穗期。試驗結果如表 3 所示。

表 3 播前处理(用微量元素溶液浸春小麦的种子)对产量的影响

試 驗 处 理	微量元素 在土壤中的 施用量 (毫克/公斤)	用来浸种的微量 元素溶液的濃度 (毫克/升)	用微量元素溶液浸种时 干物質的重量		
			6 小时	12小时	24小时
			克/每盆		
CuSO ₄	5.0	—*	—	16.9	—
NPK	—	—	—	36.9	—
NPK+CuSO ₄	2.5	—	—	43.9	—
同 上	5.0	—	—	47.9	—
NPK+硫酸銅处理种子	—	10.0 CuSO ₄	44.1	44.5	42.6
同 上	—	20.0 CuSO ₄	47.8	45.6	47.3
ZnSO ₄	5.0	—	—	24.3	—
NPK+ZnSO ₄	5.0	—	—	43.3	—
NPK+硫酸鋅处理种子	—	10.0 ZnSO ₄	46.3	36.7	41.8
同 上	—	20.0 ZnSO ₄	37.9	36.4	38.8
MnSO ₄	5.0	—	—	24.5	—
NPK+MnSO ₄	2.5	—	—	45.9	—
同 上	5.0	—	—	49.6	—
NPK+硫酸錳处理种子	—	10.0 MnSO ₄	43.6	44.7	40.5
同 上	—	20.0 MnSO ₄	—	36.9	34.7
微量元素混合物	10.0	—	—	19.2	—
NPK+微量元素混合物	5.0	—	—	52.5	—
同 上	10.0	—	—	48.4	—
NPK+微量元素混合液 处理种子	—	20.0微量元素混 合物	48.4	39.5	39.4
同 上	—	40.0微量元素混 合物	42.7	36.2	37.3

* 用水浸种(在土壤內施微量元素的处理)。

从試驗結果可以看出，在盆裝土时施入微量元素和在播种前用微量元素处理种子，都像上年那样对作物的生長和干物質的收获量有良好的影响。微量元素化合物的濃度和浸种的时间在試驗里有很重要的意义。如果种子播种前处理时间为 6、12 和 24 小时，濃度为

10 和 20 毫克元素的硫酸銅和硫酸鋅的結果証明：濃度为每升溶液 20 毫克元素时，任何处理時間都对小麦的产量有良好的影响；把微量元素施到土壤內和用它們来进行播前的种子处理，产量上沒有太大的差別。微量元素的濃度最好是 10 毫克，浸种時間則以 6 小时最好。高濃度的微量元素溶液和長時間的浸种都使小麦的产量稍有降低。

施在土壤中的錳对于小麦产量的影响要比播前处理种子时来得显著。試驗証明，溶液的濃度愈高，种子和元素在溶液中相互作用的时间愈長，則其毒害作用也愈大。我們發現当浸种時間为 12 小时和錳的濃度为 10 毫克时，它对产量的作用最好。多次的試驗确定，播种前用錳、銅、鋅等化合物处理种子是提高春小麦产量的一个有希望的方法。

應該特別提出的是：各种微量元素的混合物施在土壤內时（每公斤土壤所施用的元素总量为 5 和 10 毫克），小麦的产量要比單用一种微量元素时高些。在去年也發現了各种微量元素混合物的有效作用。由此可以作出結論說：小麦不只是需要一种微量元素，而是同时需要好几种微量元素。播种前用各种微量元素混合液（濃度为每升溶液含有 20—40 毫克元素）处理种子的試驗証明，用高濃度的溶液和長時間浸种会降低小麦的产量。以濃度为每升溶液含有 20 毫克混合元素和浸种 6 小时为最有效。

总结試驗結果需要強調指出，混合起来的微量元素要比單独一种微量元素有效得多。不过还应进行补充試驗来測定，混合物中应当包括那些微量元素，和它們的最合适的濃度。

1946 年，我們又在黑鈣土上（普利尔退士的黑鈣土）进行了播前处理春小麦和罌粟种子的田間試驗。試驗是在 3 平方米的小区上进行的，重复 4 次。这块地在 1944 年曾施过肥料，从 1945 年起开始用罌粟来研究肥料的后作用，后来在 1946 年又用春小麦 *Tr. Vu'gare v. Caesium* 111 号进行研究。和盆栽試驗一样，种子也用溶液浸过。小麦一直長到完熟期。試驗結果如表 4 所示。

表 4 播种前处理春小麦的种子(用微量元素溶液浸种)对产量的影响

試 驗 处 理	微量元素 的 濃 度 (毫克/升)	干 物 重 (3 立方米的 公斤数)	3 平方米的籽粒重	
			克	%
对 照	—	1.735	508.0	97.5
NPK	—	1.857	521.0	100.0
NPK + CuSO ₄	10	2.100	575.0	110.4
	20	2.087	548.0	105.2
NPK + ZnSO ₄	10	2.165	541.0	103.8
	20	2.290	603.0	115.7
NPK + H ₃ BO ₃	5	2.477	660.0	126.7
	10	2.917	733.3	140.7
NPK + MnSO ₄	10	2.557	698.8	134.0

自表中可見，1944 年所施的矿質肥料，已經沒有多大影响了，因而在 NPK 小区和对照小区上的产量也沒有显著的差别。用来播种前处理种子的銅化合物（濃度为 10—20 毫克）对于春小麦的产量有良好的影响；若濃度过高則会降低产量。用同样濃度的鋅化合物也可以促使产量提高，而且鋅的濃度愈大，产量也愈高。这件事实和盆栽試驗的結果不符合，在盆栽試驗中，这样濃度的鋅会引起产量降低。这是由于在盆栽試驗中，用的是灰化土，而在田間試驗中是緩冲能力很高的黑鈣土。还有一点和盆栽試驗不同；即在盆栽試驗中，使用硼酸态的硼化合物，效果不大，而在田間試驗中，同样的硼化合物却显著地提高了小麦的产量。

可以設想，在饱和鹽基达 90% 的黑鈣土內，硼受到化学上的束縛而成为春小麦不易吸收的状态。被种子所吸收的硼酸則多少可以供給植物一些硼素，因而提高了小麦的产量。用来播种前处理种子的錳化合物（濃度为每升溶液含有 10 毫克元素）也同样提高了小麦的产量。試驗結果証明，硼和錳的化合物是比較有效的；銅和鋅的化合物次之。总结上述事实可以作出如下的結論：即事先进行浸种的田

間試驗的結果和盆栽試驗的結果是一致的。由此可見，播种前用不同濃度的微量元素处理种子对于作物的生長和产量的影响，和把微量元素施在土壤中时一样显著。試驗証明，播种前用不同的微量元素处理种子时，溶液中微量元素的濃度有很重要的意义。

銅、鋅、錳、鋇等化合物对于加强氧化酶(过氧化物酶和过氧化氢酶)的活动性(在成熟籽实果肉內測定的)有很大的影响。無論是施在土壤中或是用各种方法在溶液中浸种时都發現了它們的影响(表5)。

研究結果确定，虽然酶的活动性(以每公斤果肉內所含0.1当量 KMnO_4 的毫克数来表示)在最后只比NPK的处理高些，但在任何情況下，只要一增加溶液中微量元素的濃度，成熟籽实果肉內的过氧化

表5 微量元素对氧化酶(过氧化物酶和过氧化氢酶)活动性的影响

試驗处理	微量元素 的 濃 度		在土壤中施微量元素			在微量元素溶液中浸种		
			含量(0.1当量 KMnO_4 的毫升数)					
	1土 公壤 斤內	1溶 液 升內	过氧化 物 酶	过氧化 氢 酶	总 量	过氧化 物 酶	过氧化 氢 酶	总 量
对 照	—	—	60.4	12.0	72.4	60.4	12.0	72.4
NPK	—	—	88.16	17.0	105.2	66.3	17.0	83.8
NPK+ CuSO_4	5.0	20	117.0	12.2	129.2	102.9	17.8	120.7
	10.0	40	101.4	10.3	111.7	84.6	21.1	105.7
NPK+ ZnSO_4	5.0	20	133.7	11.8	145.5	84.0	18.9	102.9
	10.0	40	95.1	12.8	107.9	89.9	19.6	109.5
NPK+ MnSO_4	5.0	20	92.2	11.8	104.0	80.0	16.1	96.1
	10.0	40	90.4	10.1	100.5	75.9	15.6	91.5
NPK+ SrCl_2	2.5	10	108.2	14.3	122.5	89.9	17.6	107.5
	5.0	20	95.3	10.8	107.1	70.4	17.8	88.2
NPK+ H_3BO_3	1.25	6	87.9	15.9	103.8	62.5	18.1	86.6
	2.5	12	84.2	11.3	95.5	—	—	—

物酶和过氧化氢酶的活动性即随之降低。

只有硼化合物的影响不如所有其余的微量元素。在所有的化合物中,以硫酸鋅和硫酸銅的影响最强;錳和鋁等化合物的影响就稍弱一些。把微量元素施在土壤中时酶的活动性和用微量元素浸种时是不同的,由于浸种时种子吸收的微量元素的数量要低很多倍。因此,从播种前微量元素浸种的种子所長成的植株,其所結籽粒的果肉內,过氧化物酶和过氧化氢酶的活动性就低些。然而这个現象的起因还不仅限于此。尽管土壤中和种子內不同濃度的微量元素对于氧化酶活动性的影响已足能令人信服,但低濃度的溶液浸种比高濃度(同一种微量元素)更为有效。根据成熟籽粒果肉內氧化酶的測定結果,以及酶的活动性决定于微量元素的濃度这一点,就可以使我們了解到微量元素对于植物体内所进行的內部过程(如醣类代謝,营养器官和繁殖器官的形成)的影响。关于这一点,在我自己和別人的著作中都會指出过(拉姆宾,1949)。表6所列的試驗結果就是表明春小麦的产量是决定于氧化酶的活动性的。

可以作出这样的結論:即在酶的活动性(过氧化物酶和过氧化氢酶)与产量之間有一定的依賴关系。酶的活动性愈强,籽实和干物質的产量也愈高。不仅在土壤中施微量元素时有这种依賴关系,就是在播种前处理种子时也同样如此。当把高濃度的微量元素施在土壤中时,酶的活动性会像小麦产量那样地降低下去。用高濃度的微量元素浸种能严重地妨碍氧化酶的活动性;而小麦的产量也因此而降低了。

油料作物的試驗 为了說明矿質肥料和有机肥料对于罌粟、芥菜、亞蕪薺、亞蕪和向日葵产量的影响,我們曾連續进行了几年試驗。在这篇論文里,介紹盆栽和田間小区和大区上所进行的微量元素的試驗。

盆栽試驗中的土壤是灰化土;其化学特性見前小麦試驗。微量元素是在已施入完全矿質肥料的土壤內施用的,每公斤土壤施入2.5—5毫克元素。播种前用銅、鋅、錳的硫酸鹽(濃度是每升溶液10毫

表 6 氧化酶(过氧化物酶和过氧化氢酶)的活动性决定春小麦的产量

試 驗 处 理	微量元素 的濃度 (毫克)		过氧化物酶和过氧化氢酶的总量 (KMnO_4 的毫升数) (0.1当量)	在土壤中施微 量元素			过氧化物酶和过氧化氢酶的总量 (KMnO_4 的毫升数) (0.1当量)	在微量元素溶 液中浸种		
	1 土 公壤 斤內	1 溶 液 升內		春小麦的产量				春小麦的产量		
				籽	粒	干物質		籽	粒	干物質
对 照	—	—	72.4	8.91	57	29.1	72.4	8.91	59	29.1
NPK	—	—	105.2	15.5	100	47.3	83.8	15.5	100	47.3
NPK + CuSO_4	5.0	20	129.2	21.6	139	63.2	120.7	21.49	138.6	62.1
	10.0	40	111.7	19.7	127	59.3	105.7	—	—	—
NPK + ZnSO_4	5.0	20	145.5	21.2	137	64.7	102.9	—	—	—
	10.0	40	107.9	18.72	121	59.5	109.5	17.2	111	57.9
NPK + MnSO_4	5.0	20	104.0	20.48	132	64.8	96.1	19.83	128	61.40
	10.0	40	100.5	15.6	101	57.7	91.5	18.26	118	50.1
NPK + SrCl_2	2.5	10	122.5	18.6	120	55.8	107.5	18.44	119	62.15
	5.0	20	107.1	17.49	113	54.9	88.2	18.73	121	66.7
NPK + H_3BO_3	1.25	6	103.8	21.4	138	60.1	86.6	17.97	116	57.09
	2.5	12	95.5	11.52	74	45.4	—	19.47	126	55.86

克元素), 硼酸态的硼(濃度是每升溶液有 5 毫克元素)和微量元素的混合液(濃度是每升溶液有 10 和 20 毫克元素)处理种子。試驗結果列入表 7 內。

表 7 的資料証明, 虽然土壤和作物都一样, 但 1944 年和 1947 年的绝对收获量却不相同。和 NPK 一起直接施在土壤內的微量元素对于罂粟和亞麻的作用較强, 而对于亞麻薺和芥菜的作用則較弱。硫酸錳对于罂粟、亞麻和芥菜种子的产量有比較显著的影响, 硫酸鋅的影响稍弱一些, 硫酸銅的影响就更弱了。以后又繼續研究微量元素对于油料作物的影响。

自表 7 可見, 亞麻薺和亞麻对于浸种的反应最好, 罂粟和芥菜就稍差一些。在上述几种微量元素中, 鋅和銅对亞麻薺和亞麻种子的

表 7 在土壤中施微量元素和播种前用溶液处理罌粟、芥菜、亞麻薺、亞麻种子的盆栽試驗的結果 (1944 年的試驗)

試驗处理	微量元素的濃度 (毫克)		种 子 的 产 量							
	1 土 公壤 斤內	1 溶 液 升內	罌 粟		芥 菜		亞 麻 薺		西 麻	
			克	%	克	%	克	%	克	%

在土壤中施微量元素

对 照	—	—	5.2	78	12.6	73	9.6	90	5.5	87
NPK (基本条件)	—	—	6.7	100	17.2	100	10.7	100	6.3	100
NPK+CuSO ₄	5.0	—	7.9	118	18.0	105	12.0	112	7.3	116
NPK+ZnSO ₄	5.0	—	8.8	131	17.5	107	12.3	115	7.6	121
NPK+MnSO ₄	5.0	—	9.3	139	19.6	114	11.3	105	7.7	122
NPK+H ₃ BO ₃	2.5	—	7.8	116	17.3	106	10.0	93	6.0	95

播种前处理种子 (1947 年)

对 照	—	—	3.4	41	2.54	37	3.54	51	4.64	54
NPK (基本条件)	—	—	8.34	100	6.76	100	6.91	100	8.52	100
NPK+CuSO ₄	—	10	9.71	116	7.26	107	9.67	140	9.33	110
NPK+ZnSO ₄	—	10	9.30	111	7.8	115	9.55	133	12.35	145
NPK+MnSO ₄	—	10	8.32	100	7.72	114	7.6	110	9.60	113
NPK+H ₃ BO ₃	—	5	—	—	8.76	130	—	—	—	—
NPK + 微量元素 肥料混合液	—	10	—	—	7.6	112	—	—	8.9	104
NPK + 微量元素 肥料混合液	—	20	—	—	7.65	113	7.4	107	10.10	119

产量有較强的影响，而硼对芥菜的产量有較强的影响。如果把微量元素施在土壤中的結果和播种前处理种子的結果比較一下，那末就可以看出，因各种微量元素的影响所收到的作物的产量因年分而不同。播种前在硫酸銅和硫酸鋅的溶液中浸种，对于罌粟的产量有很好的影响，而在銅、鋅、錳等硫酸鹽的溶液中浸种，則对亞麻的产量有很好的影响。上述播种前处理种子对油料作物产量影响的試驗証实了春小麦的試驗結果。

我們在普利尔退士黑鈣土的田間小区上用罌粟进行了4年的試驗。矿質肥料和微量元素是在1944年施到土壤中的，而于1945年研究它們对于罌粟产量的后作用。同时在另一塊地上，又于施用NPK的条件下进行了兩年(1947—1948年)的研究，以便說明播种前用不同微量元素溶液处理种子对于罌粟产量的影响。因此，我們不仅是在施到土壤中的条件下研究了微量元素的影响，而且也在田間用播种前处理种子的方法研究了它們的影响。試驗期間的天气条件彼此有很大的不同。

田間試驗的結果列入表8。

試驗証明，罌粟对施入的矿質肥料有很强的反应。如：对照內种子的产量每公頃为6.25公担，施用NPK的小区，每公頃的产量达16.25公担（从3平方米的小区折算成1公頃的产量）。施在土壤內的微量元素对于种子的产量有很好的影响。每公斤土壤內施入5.0毫克銅即可使每公頃种子的产量提高1.95公担，硫酸鋅2.25公担，硫酸錳3.0公担。鋁和硼等化合物也表现出良好的影响。

如果播种前把罌粟的种子放在銅、鋅、錳的硫酸鹽和鋁、硼等化合物的溶液中，以及不同濃度的微量元素混合液中浸种12小时，那末在任何情况下，对于罌粟产量的作用均比單在蒸餾水內浸种来得显著。硫酸銅的增产量是每公頃2.5公担，硫酸鋅3.47公担，硫酸錳4.48公担，氯化鋁5.68公担，微量元素混合液3.14公担。研究結果表明，播种前用微量元素溶液浸种是非常有效的。

除了計算总产量外，我們对罌粟种子的脂肪含量也进行了分析，并且根据脂肪含量(百分数)推算出总含油量(公担/公頃)。分析結果如表9所示。

試驗証明，在2年試驗期間(1945—1946年)由于土壤中施入了硫酸銅、硫酸鋅（每公斤土壤施5—10毫克元素）、硫酸錳和氯化鋁（每公斤土壤施入10毫克元素）等微量元素的影响，使脂肪的平均含量和出油量在任何情况下都高于NPK的处理。銅、鋅、錳等化合物对于罌粟种子內脂肪的形成有很强烈的影响。在未施任何肥料的对

表 8 微量元素对罂粟产量的影响
(田间试验; 在土壤中施微量元素)

项 目	对 照	NPK	NPK+							微量 元素混合物
			CuSO ₄		ZnSO ₄		MnSO ₄	SrCl ₂	H ₃ BO ₃	
			5 毫克	10毫克	5 毫克	10克毫	10克毫	5 毫克	5 毫克	
种子的产量 (2 年平均):										
公担/公顷	6.2	16.2	18.2	17.1	18.5	19.2	17.2	17.7	—	—
%	38	100	112	105	114	118	105	109	—	—

播种前在微量元素溶液中浸种

项 目	对 照	NPK	CuSO ₄		ZnSO ₄		MnSO ₄	SrCl ₂	H ₃ BO ₃	微量元 素混合 物 (毫克 /升)
			10毫克	20毫克	10毫克	20毫克	20毫克	5 毫克	5 毫克	
1947年的种子产 量 (当年施用 微量元素):										
公担/公顷	4.6	12.33	13.5	13.5	14.2	14.3	15.0	—	13.0	16.0
%	37	100	110	111	115	116	122	—	106	130
1948年的种子产 量 (微量元素的 后效作用):										
公担/公顷	5.2	5.93	8.4	—	9.4	—	10.4	11.61	8.8	9.1
%	88	100	142	—	158	—	175	196	148	153

照小区内, 脂肪的数量和出油量都显著地减少了。这是由于在未施肥的小区上, 有一部分罂粟的头状花序未能成熟, 以致降低了脂肪的数量和出油量。

播种前用铜、锌、锰、镉等化合物和微量元素的混合液(包括硼在内)处理种子时, 脂肪含量和出油量都提高了很多。微量元素混合液对于脂肪的形成有很大影响, 例如: 脂肪的数量比仅施 NPK 的小区增加了 2.62%, 出油量每公顷增加 2.26 公担。在分析向日葵的种子时也得到了很有价值的结果, 如: 在 NPK 的影响下, 种子内脂肪的

表 9 微量元素对罂粟和向日葵的脂肪含量和出油量的影响

研究 对 象	使用微 量元素 的方法	对 照	NPK	NPK +							微量 元素混合物 Cu ⁺⁺ + Zn ⁺⁺ + Mn ⁺⁺ + Sr ⁺⁺ + B ⁺⁺⁺	
				CuSO ₄	ZnSO ₄	MnSO ₄	SrCl ₂					
1 公斤土壤中所施元素的毫克数, 播种前处理种子时为 1 升溶液中所含元素的毫克数												
罂粟种子内的 脂肪含量(%)	施在土 壤中	37.49、 (綠 肥)	57.9	5.0	10.0	5.0	10.0	10.0	20.0	20.0	40.0	—
出油量 (1945 —1946年) 公担/公頃	—	2.38	9.41	58.8	60.5	58.6	58.8	59.5	—	59.2	—	—
罂粟种子内的 脂肪含量(%)	播种前处 理种子	84.8 (用水处理)	49.6	10.71	10.34	10.34	11.64	10.23	—	10.51	—	—
出油量 (1948 年) 公担/公頃		6.25	6.1	—	50.93	—	50.56	—	51.12	—	52.22	—
向日葵种子内的播种前处 理种子		28.83	26.62	—	6.88	—	7.15	—	7.67	—	6.79	8.36
				—	28.94	—	28.5	31.10	—	31.48	31.20	32.1

表 10 用微量元素溶液处理罌粟、芥菜、亞麻薺、

試 驗 處 理	播种前处理种子	罌 粟				芥	
		种子产量 (2年期间)		脂肪 含量 (%)	总 出 油 量 (2年,公担/公頃)	种子产量 (2年期间)	
		公担/公頃	%			公担/公頃	%
对照	用 水	9.92	100	52.0	5.16	9.45	100
	用微量元素混合液	12.18	122	51.5	6.27	11.10	117
NPK	用 水	10.77	100	50.7	5.46	11.45	121
	用微量元素混合液	14.00	141	51.5	7.07	13.7	145

含量降低了,而在播种前用硫酸錳、氯化鋁和微量元素混合液处理种子时則显著地提高了脂肪的含量。所有上述有关使用微量元素溶液进行播种前种子处理的事实証实了罌粟和春小麦的試驗結果。

由于微量元素混合液在大多数情况下,对于油料作物(盆栽試驗和小区試驗)的产量、脂肪含量和出油量的影响都比单独使用微量元素时表現得好,因此,在以后(1947 和 1948 年的試驗)播种前处理种子时就只采用微量元素的混合液了,每升溶液中所含的元素总量是 10 毫克,浸种时间是 12 小时。混合液的組成中包括銅、鋅、錳的硫酸鹽、氯化鋁和硼酸。試驗是在普利尔蒂士黑鈣土上进行的,小区面积为 60 平方米,重复 4 次。

2 年的試驗結果列入表 10 內。

試驗結果証明,由于播种前用微量元素混合液处理种子的影响,使所有油料作物的种子产量(2 年平均)都提高了,而尤以在施用完全矿質肥料的条件下进行处理的增产量为最多:罌粟每公頃比 NPK 小区增产 3.23 公担,芥菜每公頃增产 2.25 公担,亞麻薺每公頃增产 2.2 公担,向日葵每公頃增产 2.6 公担。

播种前用微量元素混合液处理种子对于提高芥菜和亞麻薺种子

向日葵的种子对提高脂肪含量和出油量的影响

菜		亞		薺		向		日		葵
脂肪含量 (%)	总出油量 (2年公担/公頃)	种子产量 (1年)		脂肪含量 (%)	总出油量 (2年公担/公頃)	种子产量 (1年)		脂肪含量 (%)	总出油量 (2年公担/公頃)	
		公担/公頃	%			公担/公頃	%			
38.5	3.64	15.0	100	23.1	4.97	15.7	100	30.3	4.76	
38.13	4.23	17.10	114	37.4	6.4	15.9	101	28.0	4.45	
37.6	4.30	18.8	125	35.6	6.69	17.4	111	28.5	4.96	
39.2	5.37	21.0	140	37.6	7.9	20.0	127	28.8	5.76	

內的脂肪含量也有影响,而出油量在任何情况下也都比各对照小区高一些。毫無疑問,脂肪含量和出油量的增加說明了用各种方法施用微量元素时,它們对脂肪形成的作用。另外,在研究期間,也曾測定脂肪的某些常数。

总结播种前用微量元素混合液处理种子的試驗結果應該作出如下的結論:無論何时,在盆栽或田間小区和大区上于播种前处理春小麦和各种油料作物的种子都表現出良好的影响。上述結果指明了在生产中采用这种農業技术方法的必要性。

結 論

1. 1944—1948年所作的盆栽試驗和田間試驗說明,在灰化土和黑鈣土內,同 NPK 一起施入銅、鋅、錳的硫酸鹽(每公斤絕對干燥的土壤施入 5—10 毫克),氯化鋁、硼酸(每公斤土壤施入 2.5—5.0 毫克)和这些微量元素的混合物时(每公斤土壤施入 5—10 毫克),春小麦、罌粟、芥菜、亞薺薺和亞薺的产量都比單施完全矿質肥料时大大地提高了。

2. 播种前用銅、鋅、錳的硫酸鹽(濃度为每升溶液含有 10—20 毫

克元素),氯化鋁和硼酸(濃度为每升溶液含有 5—10 毫克元素)以及这些微量元素的混合液(每升溶液內所含元素的总量为 10—20 毫克)处理种子 6—12 小时,在任何情况下对于春小麦的生長和产量,油料作物的脂肪含量和出油量都有良好的影响。

3. 播种前用銅、鋅、錳的硫酸鹽和氯化鋁处理春小麦的种子时,浸种 6—12 小时的結果,以硼酸的濃度为每升溶液含有 6—12 毫克元素为最好,混合液則以每升溶液所含元素总量为 10—20 毫克为最好,春小麦的浸种時間以 6 小时最有效,油料作物則以 12 小时最有效。

4. 如果其他条件都相同,則播种前用微量元素混合液处理种子的結果要比单独用一种微量元素时好得多。已經确定,作物不是只需要一种微量元素,而是同时需要好几种微量元素。

5. 几年以来,在不同的天气条件下所进行的田間小区試驗和大区試驗,以及在培养室內所作的試驗,其結果都符合前几年所得的結論。

6. 在絕大多数情况下,单独施在土壤中的和混合施在土中的以及用来播种前处理种子的微量元素,它們的作用都沒有太大的差別。

7. 对春小麦成熟籽粒果肉內的过氧化物酶和过氧化氢酶所作的測定証明,微量元素可以加强它們的活动性。在酶的活动性与春小麦的产量之間發現有一定的依賴关系;即酶的活动性愈强,春小麦的产量也愈高。这件事實表明了微量元素对于小麦形成叶、穗和籽粒时所發生的过程的影响。

8. 根据播种前用微量元素溶液处理春小麦和油料作物种子的研究結果可以作出如下的結論:播种前处理种子的方法是簡而易行的,它只需少量的微量元素鹽类即可,因此,应当在生产中广泛采用这种方法,特别是在种子春化时配合采用。

参 考 文 献

- Белоусов М. А. 1937. О природе физиологического действия бора. Тр. Моск. Дома ученых, вып. 1.
- Белоусов М. А. Марганец, как необходимый элемент питания.
- Бобко Е. В. 1935. Роль микроэлементов в питании растений. Тр. Майской сессии АН СССР.
- Бобко Е. В. 1936. Физиологическая роль микроэлементов. Сб. «Памяти Тимирязева». Госбиомедиздат.
- Виноградов А. П. 1934. Физиологическое значение меди. «Природа», №10.
- Виноградов А. П. 1948. Использование микроэлементов — народнохозяйственная проблема. Вести. АН СССР, № 10.
- Власюк П. А. 1933. К вопросу о химической стимуляции в целях повышения урожая сахарной свеклы. Научные зап. ВНИИС.
- Власюк П. А. 1934. Физико-химическая стимуляция и новые удобрения в свекловичном хозяйстве. Научные зап. по сахарной пром-сти.
- Власюк П. А. и Шварук М. М. 1946. Увеличение урожая зерновых хлебов под влиянием предпосевной обработки солями сульфата, марганца и цинка. «Ботанический журнал АН УССР», 3, № 3—4.
- Гликман С. А. 1929—1930. Современное состояние вопроса о стимулировании семян Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, 23, вып. 2.
- Дунин М. И. 1927. Стимуляция семян. М.—Л.
- Душечкин А. И. 1908. О стимулирующем влиянии солей марганца на развитие культурных растений. «Хозяйство», № 33.
- Жегалов С. И. 1927. Стимулирование семян по методу М. Попова. «Научно-агрономический журнал», № 2.
- Кедров-Зихман О. К. и др. 1946. Действие бора на урожай и качество семян. «Сов. агрономия», 3.
- Клименко Р. Т. 1936. Стимулирование прорастания семян citrusовых. «Советские субтропики», № 7.
- Кокина С. И. 1946. Влияние предпосевного наклеивания и солевой обработки семян пшеницы на скорость прорастания их и холодостойкость всходов. Тр. Научной конфер. сельского хоз-ва Карело-Финской ССР.
- Ламбин А. З. 1938. Микроэлементы как факторы урожайности. Тр. Омского с.-х. ин-та, 3.
- Ламбин А. З. 1948. Влияние допосевной обработки семян растворами микроудобрений на рост и урожай масличных растений.
- Ламбин А. З. 1949. Влияние меди, цинка и стронция на рост, урожай и

- состав яровой пшеницы. Тр. Омского с.-х. ин-та, т. XXI.
- Максимов Н. А. 1924—1925. Стимуляция семенного материала как средство повышения урожайности. Тр. по прикладной ботанике, 14, вып. 5.
- Мичурин И. В. 1948а. Соч., т. I, Сельхозгиз.
- Мичурин И. В. 1948б. Сочинения, т. I, Стимуляторы в жизни растений. Сельхозгиз.
- Новиков В. А. и Садовская Р. О. 1939. Намачивание семян хлопчатника в борной кислоте как одна из возможностей удовлетворения ботром и повышения солеустойчивости. Докл. АН СССР, 23, № 3.
- Петербургский А. В. 1928. Влияние стимуляции на развитие свеклы. Из результатов вегетац. опытов и лаборат. работ под ред. Прянишникова.
- Рихтер А. А. и Страхов Т. Д. 1927. Стимуляция семенного материала солевыми растворами. «Журнал опытной агрономии Юго-Востока»
- Стайлс В. 1949. Микроэлементы в жизни растений и животных. Изд-во иностр. лит-ры.
- Школьник М. Я. 1934. К физиологической роли бора. Докл. АН СССР 1, № 3.
- Школьник М. Я. 1935. О значении бора для высших растений. Докл. АН СССР, 2, № 2.
- Школьник М. Я. 1940. О предпосевной обработке семян микроэлементами. «Советская ботаника», №5—6.
- Школьник М. Я. 1947. О влиянии микроэлементов на углеводный обмен растений. «Ботанический журнал СССР», 32, № 6.
- Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и земледелии. Изд. АН СССР.
- Czapek F. 1922. Biochemie der Pflanzen. Erster Band.
- Allisson R. V. 1932. The importance of the use of copper, manganese and zinc salts in the agricultural development of the low minor soils of the Florida Everglades, v. VI.
- Bibliography of references to the literature on the minor elements. Third edition, 1939.
- Bibliography of references to the literature on the minor elements, 1943.
- The diagnosis of mineral deficiencies in plants. A colour atlas and guide, 1943.
- Popoff M. 1931. Die Zellstimulation, Berlin.

[邓鸿举译 杨春明校]

天然放射性元素及其生物学作用

A. A. 德罗布科夫

放射性元素是属于超微量元素的。它在生物中的含量是極其微少的。根据 B. И. 巴蘭諾夫和 C. Г. 澤依特林 1941 年的材料,土壤中鐳的含量在 $1.1 \times 10^{-11}\%$ 到 $19.0 \times 10^{-11}\%$ 範圍之內,鈾的含量——从 $8.8 \times 10^{-5}\%$ 到 $58.3 \times 10^{-5}\%$, 釷的含量——从 $2.64 \times 10^{-4}\%$ 到 $9.5 \times 10^{-4}\%$ 。

研究放射性元素在动植物有机体和細菌發育上的生物学作用的許多試驗,在放射性現象發現后不久,特別是在鐳元素發現后不久,就已經开始了。

在研究天然放射性元素生物学作用的所有工作中最重要的就是 B. И. 維尔納德斯基領導下的苏联科学院生物地質化学實驗室所进行的試驗研究。

B. И. 維尔納德斯基首先指出了許多放射性元素在不久的將來必然起有巨大的作用。远在 1922 年他曾經写道:“鐳是一种新的能源,它以强烈的、我們还不很了解的方式影响着有机体,它在我們周圍和在我們本身引起了一些不明白的、但其結果是很惊人的变化。”

可是, B. И. 維尔納德斯基 (1923) 已預言过有关这一方面試驗研究的巨大困难。他写道:“不管这条道路是如何困难,無疑地,人类还是要沿着这条路前进的。因为既已获得了鐳,获得了放射能的源泉,就关涉到鐳在科学上和實踐上的巨大意义……。这一工作既已开始也就不能停止下来了。”

已往,当生物地質化学實驗室成立后,主要注意的是研究动植物有机体中天然放射性元素的含量而揭露出那些把这一类元素的生物

学作用明显地証明了的事实。

在短时期內，生物地質化学实验室的实验研究建立起了很多的重要学说：所有动植物有机体中，都含有鐳及其它放射性元素；不但如此，生長在自然条件下的生物，能够在某一些情况下將放射性元素集中到机体組成中，其数量要比这些有机体周圍环境中的多出数十倍到数百倍（維尔納德斯基，1935, 1940；維諾格拉多夫，1938, 1946；巴蘭諾夫，1939；德罗布科夫，1937, 1951；布魯諾夫斯基和庫娜舍娃，1930；等等）。

其它国家曾进行过很多有关放射性元素对植物發育影响的研究工作，但都未能获得很大的成就。这是由于外国的研究家們对这一極复杂問題的理論研究工作沒有給以应有的注意就想从放射性元素在农業和医学上的应用中去获得实际的結果。他們把放射性元素的作用看做对于生物來說是完全新的强有力的現象，它不仅仅能够根本改变生命过程的方向，而且能够人工复制生命，这样的看法乃是他們工作中的基本缺点。例如，布尔楷（Бурке）在 1905 年將 25 毫克溴化鐳裝入無菌明膠管后，經過 24 小时，發現形成了許多特別形体，他將这些特別形体当作生物，并且称其为“放射性蚕豆”裘布瓦（Дюбюа）和拉發埃爾（Рафаэль）在 1905 年于列日（Льеж）所召开的放射学大会上甚至要求承認他們是研究这一問題的优先人，并指出，他們远在 1904 年就已确定了所謂“побес”的鐳在無菌明膠上所引起的“活”孢子的形成。上述工作的作者并未注意到生命有机体中經常存在着放射性元素而不断地影响着生命有机体全部生存时期中的發育。

1899—1912 年这一期間，曾进行了特別多的关于放射性元素对植物生物学作用的試驗研究[基賽尔(Giesel), 1902；什瓦尔茨(Schwarz), 1903；莫托(Moto), 卡尔尼克(Koernike), 1904；莫里許(Morlisch), 1912，等等]。在这些試驗中开始指出了，放射性元素的高額用量可以急剧地延迟植物的生長，相反地，低額用量則可刺激植物的發育。

在上述期間,外国曾企圖在农業中利用放射性元素作为肥料,在医学上則作医疗用,尽管如此,这些元素还是研究得不够。他們对放射性元素的兴趣是这样的高漲,以至于1910年就已經把放射性肥料生产出来了。檢查放射性肥料效果的初步試驗証实了它对很多植物的产量是有良好影响的[斯托克拉札(Stoklasa),1932,等等]。

1913年法国开始出版了一种專門杂志“La radiumculture”。

但是当时由于缺乏 准确的 生理試驗来 解决下面这些 最重要問題:植物在正常發育下所需要的放射性元素是多少以及植物一般地都需要放射性元素嗎、它对植物的發育和对植物品質性狀的变化有何特別的影响、它在植物体内的分佈如何、它在土壤中的含量如何等等,所以放射性肥料并未在农業中获得广泛的实际运用。

外国研究家們几乎就沒有进行那些有利于植物和其他有机体發育的放射性肥料用量的科学研究工作,这也是他們的巨大錯誤。照例,他們完全沒有估計到放射性元素乃是超微量元素,他們对放射性元素采用了过度高的、超过最适宜濃度数百万以至十数亿倍的用量。植物正常發育上所需要的是極微小的用量。这一点首先是我們的試驗所証实的。除此之外,他們錯誤地把放射性元素看作是万能肥料,以为它能代替植物所需要的其他营养物質,以为將其施入土壤中就可以不必施用其他营养元素了。

由此可知,外国科学家們想在实际上应用放射性元素的企圖是失敗了。

就是在目前,許多其他国家仍然重复着上面說过的錯誤,特别是在应用人造放射性元素作为所謂示踪原子或放射性指示剂的工作中。目前正广泛地应用示踪原子来解决有机体和土壤中营养元素的进入和分佈方面最重要的許多生物学問題,来研究生理学上的作用,来作为施肥时期和施肥方法的根据等等。但是,直到目前为止,对于天然放射性元素和人工放射性元素的正确用量这一最重要的問題研究得还很少。

遵循着大家都知道的原理,放射性同位元素如果用量很少,那么

它对有机体中的生理作用就不能起显著的影响，它在生物化学过程中则使自己类似于一般的稳定性同位元素，当应用人工放射性元素作为指示剂时，几乎照例是不注意这些元素对生命过程方面所起的放射作用的。据此，外国的試驗研究对于放射性元素的經常用量都很高，以致在高度放射性能作用下而对有机体發生不良的影响，例如：埃尔福(Эрф)[赫維士(Хевеши), 1950, 383頁]为要研究各不同骨骼部分对磷的吸收作用而將 20 毫居里(милликури)放射性磷 P^{32} 放入人体內。經過 19 天人就死了。被試驗者是由于白血病致死的。但是，从苏联科学家 Е.И. 巴金(Бакин) 和 А.И. 納烏明科(Науменко) 远在 1938 年就写成的著作中知道，在这种放射性元素用量对有机体作用下，經過 6—15 天就可以致命的。

就是更低的放射性元素的用量对生命过程也会有不良影响的。

Г. Т. 特魯多娃(Трудова)于 1952 年研究了放射性磷对小麦根部分生組織中細胞分裂的影响。試驗指出，將放射性磷的用量从每毫升 0.5 微居里开始，处理 24 小时后可以急剧減少細胞分裂的数量，若处理 72 小时后，則其分裂就可以完全停止等等。

由此，下面的問題是值得重視的：在动植物有机体中所含有的主要化学元素有多少？可以在动植物有机体中应用的放射性同位素的份量又是多少？

化学元素中的非放射性同位素，即所謂的大量元素(碳、氧、氫、氮、磷、鉀、鎂等等)。約佔生物有机体活重的 99%。他們不仅可以以其化学特性同时还可以以其本身質量来制約生命物質的复杂結構。

那么該用多少放射性磷 P^{32} 才可以在示踪原子的帮助下来研究有机体内的代謝作用呢？

放射性磷和其它人工放射性元素的含量不能用称重的方法去計算，要根据这些元素的放射能去計算。这种放射能一般是用放射性的單位——居里[1 居里就是鐳和氡的放射平衡下 1 克鐳的放射量，相当于 1 秒鐘产生 3.7×10^{10} 的离子。]各分支單位有：毫居里(等于

10^{-3} 居里), 微居里(等于 10^{-6} 居里), 毫微居里(等于 10^{-9} 居里)。

要将居里单位换算成以克表示的元素质量时, 应当运用下列公式:

$$P = \frac{q \times A \times 3.7 \times 10^{10}}{\lambda 6.02 \times 10^{23}} = 6.15 \times 10^{-14} \times \frac{q \times A}{\lambda},$$

式中的 q 是元素的居里量, A 是原子重, λ 是每秒钟分裂的常数。

我们可以得到下列各个重量: 1 个居里相当于 6.46×10^{-6} 克氦或 3.4×10^{-6} 克磷, 也就是 1 个居里相当于极微量的磷。

在研究放射性磷 P^{32} 的工作中所采用的是比毫居里(相当于 10^{-9} 克 P^{32}) 和微居里(相当于 10^{-12} 克 P^{32}) 要少千倍和百万倍的用量。这些用量按其本身的质量来说是微少的, 但按其放射性来说, 这样的用量对生命有机体已过高了。应用上述用量, 尽管可以用电子计数器很方便地把它计算出来, 但这是不允许的, 因为上述放射性元素的浓度——1 个毫居里或 1 个微居里加入 1 毫升中——对生命有机体已经是有毒的了。由于其本身的放射性很高, 所以他们就抑制了正常的生命活动。这些过高用量的放射性磷, 按其数量的大小来说, 已不属于大量元素和微量元素了, 而是属于超微量元素了。然而, 在研究放射性磷的工作中就已不是研究有机体中含量很多的磷的代谢作用, 而是研究放射性超微量元素的代谢作用, 看来, 所获得的资料是很可代表放射性超微量元素的特征, 而要比代表大量元素——磷 P^{31} 的特征还要明显。在生命有机体中非放射性磷 P^{31} 的含量平均约佔生物体活重的 0.07%。在动物骨骼中和植物个别器官中所含磷的数量是 1% 以上的。如果往生命有机体中注入和其所含非放射性磷 P^{31} 一样多的人工放射性磷 P^{32} , 那么生物体就会由于放射性过高而死亡。可惜, 这一点在研究示踪原子的工作中不是经常都估计到的。

1950 年我和 И. Е. 格魯森科共同进行了一些专门的试验, 来研究人工放射性磷 P^{32} 和镭进入和分佈到植株内部时对于番茄砧木和接穗相互间的对比影响。当研究这一问题时, 我们应用了放射线摄影法。

試驗方法 嫁接在茄屬上的番茄品种 米加斗 (Микадо) 和相反的嫁接, 首先培育于掺有三分之一腐殖質的沙土的瓦鉢中。当嫁接的植株扎根很好并發育得很茂盛的时候, 就將植株的根部土壤洗去, 放在含有充足营养混合物的水培液中。植株在水培液中發育 15 天以后, 在一些容器中放入相当于 $1 \cdot 10^{-9}\%$ 鐳放射当量的放射性磷 P^{32} , 而在其它一些容器中則放入同量的鐳。

經過 7 天將植株取出, 并在当天用放射綫攝影法研究了还活着的植株中各个器官內鐳和放射性磷的分佈情形。

圖 1 是嫁接在茄屬上的番茄品种米加斗植株的放射綫照片。右边是嫁接着番茄的茄屬砧木的側枝。

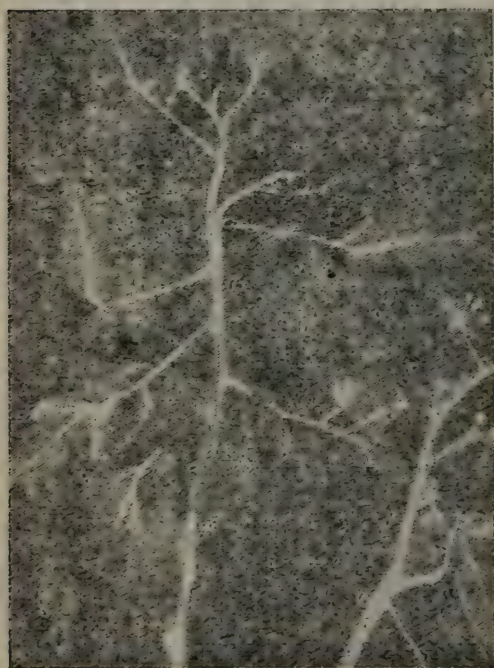


圖 1 这是在放射性磷 β -射綫的帮助下番茄米加斗品种嫁接在茄屬上的放射綫影片;

右边是嫁接着番茄的茄屬砧木的側枝

由于植株从营养混合液中, 吸收了放射性磷, 它的 β 射綫使植株的所有部分在相片上照出了清楚圖画, 这圖画指出: 放射性磷是从根部进入植物体中的, 并按照着植物的生物学特性, 从砧木到接穗来回移动着, 和在植物內部分佈着。

在圖 1 上可以很好地看出: 放射性磷 P^{32} 正分佈到叶片的極微小部分中, 并且也不平衡地分佈在番茄和茄屬莖的各个部分內。植株各器官(叶和莖)在照片上各种不同的显明程度表明了这一点。

番茄莖組織的癒合部分所起的显著变化也是嫁接植株所表現出来的一个特征。在圖 1 上可以很好地看出: 磷在組織的癒合部位和莖上边一定距离处被組織微弱地阻碍着。磷經過这些地方就好像是奔跑一样而仅仅集中到莖的最上

部分。

接穗癒合地方組織性狀變異的上述特點在嫁接于茄屬上的番茄莖上表現得最清楚。接穗部位的茄屬組織變化較小。在有鐳容器中栽培植株的試驗中我們也看到了相同的情況。在圖 2 上可以看到鐳在砧木和接穗中的分佈。左邊是茄屬砧木的幼枝，右邊是嫁接在茄屬上的蕃茄。接穗部位以星號標明着。

從圖 2 可以看出：鐳也像 P^{32} 一樣，在嫁接于茄屬上的番茄莖上，在癒合點和下段上部一定距離上，微弱地被組織阻礙着。鐳僅集中于莖的上部和節間。所以在植株體內放射性磷和鐳的進入與分佈是近似的。

在研究示踪原子的工作中做出了不正確的假定，即當應用低濃度的放射性指示劑時不能期待其對有機體的任何生理影響。在 М. 加明 (М. Камен) 所著的“生物學中的放射性指示劑”一書中 (1948, 189 頁) 這樣說：“大體上可以確定：當採用一般的放射性指示劑濃度時，是不会有多少看得出來的生理影響的。”

前面我們已經看到，放射性在相當于 1 個毫居里和 1 個微居里時，則對有機體有不良的影響。這裡發生了一個問題，即較低用量影響又如何呢？

1950 年我和 В. И. 巴蘭諾夫 (В. И. Баранов) 做了水培法的生長試驗，在這些試驗中研究了當量鐳和放射性磷對豌豆產量的影響。試驗是在玻璃容器中進行的，在每一容器中放入了充足的營養混合

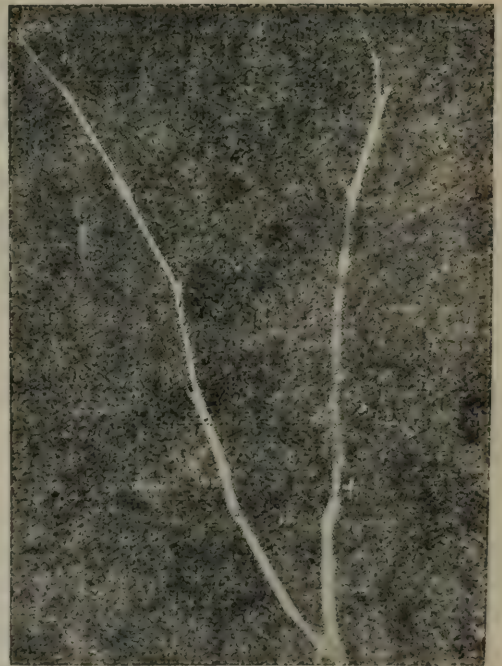


圖 2 借助于鐳射綫拍攝的嫁接在茄屬上的米加斗品種番茄的放射鐳影片 (接穗部位以星號標明着)；左邊是嫁接上番茄的茄屬側枝

物，并在这一环境中研究了放射性元素的作用。在試驗中研究了3种鐳的用量： 10^{-11} ， 10^{-10} 和 $10^{-9}\%$ ，磷 P^{32} 也用这三种放射性当量的用量（在这一工作中，放射性当量的用量，是指放入营养液中，与居里單位相等的数量；而对放射能和所施入植物所吸收的放射元素的量則略而不計）。放射性磷按照原子分裂数量在全部生長期間每隔7天施入一次。这些試驗的結果列入表1和表2中。

从表2中可見，当以極少量的放射性磷施入时，則也像鐳一样，对植株的發育有良好的影响，無疑地，放射性磷的这种作用与其說是它的質量所引起的，倒不如說是它的放射性能量所引起的。

表1 鐳对豌豆产量的影响

鐳 的 用 量 (%)	風干莖叶的平均重量	干种子的平均重量
	(克/容器)	
对照	7.4	3.4
10^{-11}	8.7	6.6
10^{-10}	9.8	5.4
10^{-9}	9.7	5.6

表2 放射性磷 P^{32} 的放射当量用量对豌豆产量的影响

按 鐳 計 算 的 磷 的 放射性当量的含量	風干莖叶的平均重量	干种子的平均重量
	(克/容器)	
对照	6.6	2.5
10^{-11}	7.6	4.2
10^{-10}	8.7	5.4
10^{-9}	7.9	5.4

关于生命有机体对化学同位素有分別選擇能力的問題研究得还不够。大多数外国的作者認為，在研究示踪原子方法的工作中对这一效果事实上是可以略而不問的。

В. И. 維爾納德斯基完全支持了相反的观点。他写道 (1933): “生命有机体是能够从我們周圍的很多混合元素中选择一定同位元素的。”

現有的数目不多的一些試驗資料証明, 大概, 在一些情况下可以觀察出有机体对許多同位元素的显著分別选择, 例如: 布留叶尔 (Брюер) 曾觀察到許多植物对鉀同位素的分別选择在 6% 以內。

虽然对同位素的这种区分本質上并不影响所研究的元素的分佈, 但是, 不应当完全忘掉当用示踪原子方法进行生理研究时这一現象的可能性, 况且放射性指示剂, 正像上述的一样, 是能够本質上破坏生理作用的自然过程的。

放射性元素在植物生活中生物学作用的研究法 放射性元素 (鐳、鈾、釷、銅等等) 經常出現在植物体中而影响着植物的生長和植物体中所發生的生物化学过程。

但是这些現象研究得还很少。所采用的水培法和砂培法, 到現在为止, 仅对大量元素的研究是合适的, 但还不能应用于更准确的試驗研究。少量的放射性元素在各处都有: 就是在普通的蒸餾水中、在最純淨的化学試剂中等等都有。常有的这些数量是完全能够保証植物对放射性元素的充分要求的。因而, 当研究放射性元素时需要細心地保持試剂的純淨。在相反的情况下, 我們几乎經常在生理試驗中遇到矛盾的結果。

这首先是由于在文献中所存在的矛盾——各作者在同一問題上所获得的相反結論。將各別試驗所要研究的正常植株培育于不施入放射性元素及其他微量元素的水培液中的事实也就可以說明在方法上是不完善的。

这就是为什么在解决許多有关放射性元素的生理問題时, 必須特別注意到用水培液和砂培液栽培植株时要制造最純淨的培养基, 要注意研究放射性元素的适宜用量, 要注意研究施入放射性元素的时期和方法, 要注意放射性元素对照試驗处理的偶然沾染, 要注意应用一切必需的营养物質来充分保証植物的要求等等。必需估計到这

种情况，即在 1 毫升中施入 1 毫居里或 1 微居里放射性元素的用量是过高的；它們对植物和动物的有机体会起不良的影响。

在植物生活中鉀的放射性特性的意义 鉀的放射性特性是在 1907 年發現的。

鉀有 3 个同位元素： K^{39} ， K^{40} 和 K^{41} 其中只有原子重 40 的一个同位素(K^{40})有放射性的特性。在鉀的同位元素混合物中放射性 K^{40} 的含量为 0.012%。

鉀具有 β 和 γ 射綫，并且和鈾及鐳一样地对感光板起作用。鉀的 β 射綫的强度为鈾的相同放射綫强度的千分之一。

甚至在鉀的含量很高时都对植物不起有害作用，这是由于鉀的放射性微弱之故。

鉀是属于动植物有机体必需营养元素之一，缺鉀则动植物是不能生活的。鉀在碳水化合物和蛋白質的代謝中起着巨大的作用。在营养混合物中沒有鉀时，植物便停止生長以致死亡。当鉀極為缺乏时，則在叶片上出現褐色斑点——这就是植物缺鉀的特征。

像試驗研究所指出的一样，所有的鉀都是以离子状态存在于植物体中。不用預先燒成灰，只用簡單的水浸法就可以从干植株中提出鉀来。在植物体中复杂的含鉀有机化合物則从未發現过；如果当鑑定鉀的作用时遺棄其放射性，那就不能了解鉀在植物生活中所起的生理作用了。

关于鉀的放射特性的生理意义的問題，还很少科学研究。茲瓦尔傑馬克尔(Zwaardemaker, 1918 和 1920)在这一方面所进行的研究确定了：如果从林格尔(Рингер)营养液中去掉鉀的話，那么就会妨碍其中的青蛙心臟的有节奏的收縮。但是以其它放射性当量的放射性元素来代替鉀后，心臟的跳动是完全可以恢复的。根据这些試驗，上述的作者得出結論，鉀的放射性乃是决定器官活动的重要因素。

在进一步的試驗研究中，茲瓦尔傑馬克尔并未获得直接的証明，虽然一直到目前这些試驗尚未被推翻。但也沒有能肯定。

可惜，近代的化学方法尚未能从鉀中分离出鉀的放射性同位素

来,既然所有的鉀都是放射性的,那么就不必进行这样一些試驗来証明鉀的放射特性是具有何种生理意义了。非放射性的鉀在自然界中是沒有的,并且暂时还不能够用人工的方法获得它,所以在这一方面所进行的所有試驗仅仅是研究鐳、鈾和鉀的 β 射綫对动植物有机体的外在作用。

在生長試驗中我們研究了像鉀一样有同样 β 射綫的鈾 X_1 对植物产量和品質的影响。試驗証明,鈾 X_1 , 也像鉀一样,对植物的發育起着以下的生理作用,也就是:由于施用了微量鈾 X_1 (其放射性相当于鉀在营养混合物中一般含量的放射性), 植物的产量,例如糖用甜菜的产量就增加了,其含糖量也提高了。

但是正像試驗所指出的一样,单独施用鈾 X_1 , 以及和鈉一同施入,在植物的生活中是不能完全代替鉀的。这是由于当共同施入上述两个元素时,是远远不能把鉀的复杂生物学作用产生出来的。鈾 X_1 和鈉在其化学特性上是与鉀有显著区别的。鉀也不能够充分滿足植物对其它放射性元素的要求。

借助放射綫攝影法,曾研究了植物体中天然放射能的显现,这种天然放射能是鉀和其他放射性元素的放射特性的显现。我們已做过下面的試驗。

將糖用甜菜培育于含有完全营养混合物及提高鉀素用量的生長容器中;在容器中是沒有施入其它放射性元素的。在收获和适当調制后將糖用甜菜放入了不透光的木匣中,并在黑暗中盖上了高度敏感的照像軟片。經過 6 个月这一軟片就显像了。

如众所知,放射性射綫像可見光綫一样,影响着照像感光板。由于在照像感光板上显影后在其上面就出現了物体的底片,并从其中显示出放射性射綫。

在放射綫攝影的圖 3 上可以看到我們所获得的照像圖版。在照像圖板上可以清楚地看到糖用甜菜的叶子和根。这証明,由于植物本身的天然放射能,在黑暗中它們是可以自己留影的。以此方法可以获得在自然条件下载培的任何植物的放射綫照片,因为所有植物

都經常含有鉀、鐳、鈾、釷、天然放射性碳和其它各種放射性元素。



圖 3 借助于天然放射綫拍攝的
糖用甜菜放射綫影片

但在細心觀察放射綫影片圖 3 時還不难發現；照像圖版上的背景是亮的，同時當較短的曝光後而獲得放射綫影片時照像圖版的背景則是黑的。這說明我們試圖用那張紙在黑暗中照像時，保護高度敏感的照像軟片免受不透光木匣對它的影響。但是沒有成功却獲得了相反的結果。

在數年期間我們尋找出了保護高度敏感照像感光板免受周圍一物體放射性影響的方法。結果確定了：為此目的最可靠的材料只能用一定種類的照像軟片。玻璃和各種金屬在黑暗中長時間的感光是可以照好像片的。

圖 4 也是如圖 3 中一樣的植物（糖用甜菜）的放射像片。這一放射綫像片是應用加強遮光板拍攝的。除此之外，不透光的木匣不是用紙而是用兩張照像軟片蒙上的，在此照像軟片上放置了試驗植株。

利用加強遮光板減少了 2 倍的曝光時間。圖 4 的放射綫像片是曝光 2 個月攝得的，而圖 3 的放射綫影片是曝光 6 個月攝得的。

在放射綫像片圖 4 中可以清楚地看出在各個不同大小的葉子上和根部天然放射性元素含量的分佈。放射性元素含量最多的是在糖用甜菜根的最粗大部分以及在着生葉子的菜頭部分。

圖 5 是借助于天然放射綫拍攝的（云杉屬的）木質部的放射綫像片。放射綫像片是以下列方式拍攝的：木材平坦部分的一半用堅實的紙層蓋起來，另一半則曝露在外面；然後，在遮蓋的木材部分上和未遮蓋的木材部分上在黑暗中放上照像軟片和加強遮光板。



圖 4 以加强遮光板遮盖植株，借助于天然放射綫拍攝的糖用甜菜放射綫像片；也是表 3 的植株

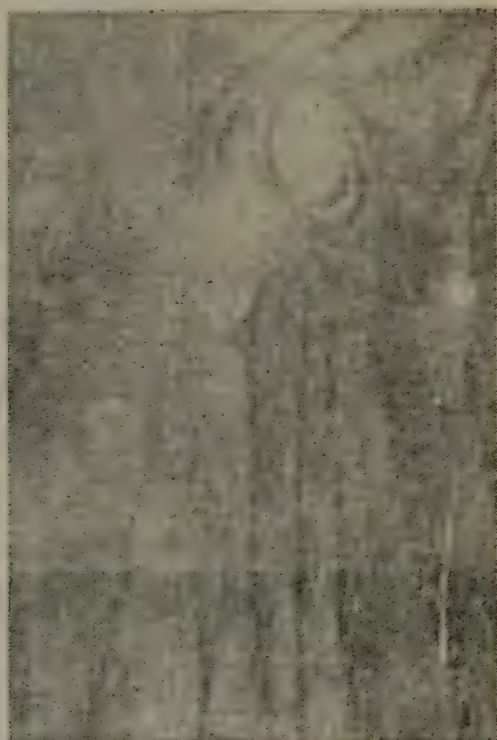


圖 5 利用加强遮光板，借助于天然放射綫拍攝的木質部放射綫像片

將木材用紙蓋上是为了避免木材直接和照像軟片接触。經過 2 个月，照像軟片已显影。圖 5 的照像圖片就是从这一干板上洗出的。

对圖片加以观察可以看出：在放射綫像片上很清楚地拍攝上了木材組織結構層的極細小部分。盖在木材上的坚实紙張并未妨碍其攝影。

像片上可以特別明显地区分出树节来，这就指出：树节中所含的放射性元素比其它組織中高一些。

不采用加强遮光板我們就不能在这种曝光情况下拍攝这些放射綫像片，这一点証明圖 5 的放射綫像片是借助于放射綫拍攝的，而不是由于其它因素对照像感光板的影响。但是，如众所知，加强遮光板能够加强的仅仅是放射綫罢了。能通过結实紙層的也仅仅是木材中所含的放射性元素的 β 和 γ 射綫。其它的物質是不能通过結实的紙

層而以那种力量来影响照像感光板的。

鐳、鈾和釷对植物發育的影响 曾以水培法进行了下列植物的生長試驗：向日葵、苜蓿、棉花和其它植物。使用了非常干净的指示剂和蒸馏水。試驗指出：在完全的营养混合物中如果未补施鐳、鈾或釷，植物生長大大停滯，并且未能形成花芽。这就是說，放射性元素，也和其它营养元素一样，是植物正常發育所必需的。如果能够將植物培育于不施放射性元素的培养基中亦能正常生長，那么唯一的原因是由于培养基已被放射性元素所沾染。

放射性元素的良好影响最明显地表现在提高結实上，表现在加强和促成植物的开花和成熟上，表现在增加糖用甜菜根、胡蘿卜、黄瓜、番茄和其它植物中的醣(葡萄糖和蔗糖)上。

表 3 是盆栽試驗的結果(以砂培法培育的糖用甜菜)。

表 3 放射性元素对糖用甜菜产量的影响

試 驗 处 理	活植株的平均重量(克/容器)		根部的含糖量	糖的增加(%)
	叶	根		
NPK(对照)	42.5	19.8	10.8	—
NPK+U(鈾)	61.1	37.7	14.3	40
NPK+Ra(鐳)	87.4	35.5	14.8	45
NPK+Th(釷)	72.2	35.7	14.4	41

当从培养基中清除掉放射性元素时，尽管培养基已用根瘤菌接过程，豆科植物根部的根瘤还是不能形成，并且空气的分子态氮也不能被根瘤所吸收(A.A. 德罗布科夫, 1945)。

放射性元素能显著地提高橡膠草的产量及其根部的橡膠含量(A.A. 德罗布科夫, 1941)。

放射性元素，(鐳，鈾，釷)不仅在水培时和砂培时，还能在土壤中栽培时，对植物的發育有良好的影响。这一点已被喀山选种試驗站中于 1942 年所設置的糖用甜菜的大田試驗結果所証实(表 4)。

表 4 放射性元素对糖用甜菜的产量及根部含糖量的影响

試 驗 处 理	根的平均产量(公担/公頃)	根部的含糖量(%)
NPK(对照)	155.0	14.6
NPK+放射性肥料	175.2	20.1

如果要計算一下 1 公頃中糖的出产量,那么可知往土壤中施用放射性肥料的效果是很大的。例如,在对照区中 1 公頃內糖的出产量是 2379 公斤,而在施用放射性肥料的小区中則达 3517 公斤,也就是說比对照区多产 1135 公斤*。或者是多产 47.8%。在我們的其它試驗中也获得了类似的结果。

这样一来,农业自然条件下的产量及其品質就不仅依靠充分供給植物以氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、鉄,并且还依靠营养媒質中所含的、足量的可吸态放射性元素。因之,在实践上应用放射性肥料来获得农业高额而稳定的产量和农产品的优良品質,已不是很远而是最近期間的任务。

大家对糖用甜菜、橡膠草、車軸草、苜蓿、棉花、洋麻、蔬菜作物上施用放射性元素是更有同感了。

但是,正像我們的試驗所指出的一样,放射性元素并不是万能的肥料。在植物的生活中,它們是不能代替其它营养元素的,并且仅在所有必需的大量元素和微量元素来供給植物时,方能产生良好的结果。

放射性元素对植物的影响可以和維生素对动物有机体的影响来比較。維生素是不能代替其他营养物質的,但是在养料中缺乏維生素时,就会引起生物体的疾病:坏血病、佝僂病等等。

其他营养元素在植物的生活中也不能代替放射性元素鐳、鈾、鈾等等。在土壤中缺乏放射性元素时,仅能部分地依靠有机無机肥料中經常含有的放射性元素来补充,这些放射性元素經常都以混合物的形态存在于有机和無机肥料中。但是認為有机肥料乃是这样的一

* 按数字算应为 1138 公斤——譯者註

种万能肥料,有了它就可以不必施用放射性和其它微量元素了,这是错误的。如众所知,植物是从土壤中获得营养元素的,而动物有机体则是从植物营养料中获得的。如果土壤中的放射性元素不足的话,那么在植物体中这些元素也是稀少的。

以放射綫攝影法研究植物体中放射性元素的进入和分佈 用化学方法和物理方法通过物質的灰化来研究植物体中超微量元素的生理作用是具有基本缺点的。这一方法的主要缺点是必需选取可分析物質有代表性样本的一定重量进行灰化,也就是破坏生命有机体的所有組織。因之,現有的最普遍的分析方法就不能够精确地在各植物同一器官的各最小部分(叶、莖、花、果实、根等)中来研究元素的分佈。在动植物有机体中,化学元素平均含量的意义还远远不足以了解这些元素的具体生理作用。

特别是有关超微量元素的生理作用的研究,例如放射性元素的生理作用,动植物有机体中这些放射性元素的含量得用極微小的数量(10^{-11} 和 $10^{-12}\%$)来測定。

必須找出新的方法,以便詳細研究有效地影响植物發育的原因,这种影响就是施用主要养料时所补施进去的放射性元素(鐳、鈾、釷等等)的微小数量所引起的。根据我們的試驗材料,放射性元素显著地增加植物的結实,促进植物的开花和成熟,并急剧地提高植物体中碳水化合物的含量。

由此就需要知道:在經由根部进入后,植物体中的放射性元素是如何分佈的。如果它是集中在果芽和花上的話,那么就可以証明它是在植物結实过程中發生作用的。在上部的幼嫩的生長点上比下部的較老的器官中放射性元素的較高額含量就是它对植物生長等等重要意义的新証据。这一方面的材料在試驗研究的文献中几乎沒有。

为了解决上述問題,最有远景的就是放射綫攝影法,这一方法的根据是放射綫 α 、 β 和 γ 射綫,像可見光綫一样,能在照像感光板上起作用。这一方法曾發現了放射性。这一方法可以广泛采用,以便借助于用厚層乳狀膠体蒙着的照像感光板来計算射綫的放射性和宇宙

光,并且还可以广泛用它来研究植物体中人工放射性元素的質上的分佈。

到現在为止,放射綫攝影方法差不多还未用来研究天然放射性元素(鐳、鈾、釷、鉀等等)在动植物有机体生命中的作用,在这一方面放射性攝影法过去是沒有被研究的。不但如此,在国外还給与放射綫攝影法不好的評价。

由于已經利用了放射性射綫对光乳膠層的灵敏感光底照像作用著名原則,所以我們于多年的工作而研究出来了放射綫照像方法的新方案,这一方法不仅能够質量上,而且能够在数量上来研究植物各器官和組織微小部分極微量放射性元素的进入及其分佈,而不必破坏植物的形态結構。

可以預先將植物培育于含有一定量的各种放射性元素的完全营养混合物中。然后將所栽培的植物收获下来,在适当的整理后,在黑暗中紧貼着放在高度敏感的照像感光板上或照像底片上,并在这种状态下放置一定的時間。可以由植物中所含有的放射性元素放射出射綫,根据着它在各別器官中的濃度而在照像感光板上發生作用。通过高度敏感的光乳膠層,放射性射綫就把溴化銀和氯化銀的結晶体还原为金屬銀。当固定时,未还原的結晶体則被溶解而被排除掉。

当照像感光板上显影时,在感光板上产生了植物的底片,并且,含有較多放射性元素的那些植物的器官在照像感光板上产生了較暗的底片。而在照像圖版上則产生了相反的情况:放射性元素含量較高的地方就較明显和光亮。含有少量放射性元素的植物器官在像片上或者是完全沒有定影,或者是它的像不清楚。

曝光的时间是从1小时到几个月。应用長時間曝光的情况是当植物体中所含的鐳或其它放射性元素的当量少于 $10^{-10}\%$ 时,以及当借助于天然放射性拍攝放射綫像片时。

应用加强遮光板时要減少曝光時間1倍到2倍。在这些情况下,在底片上植株各器官的鮮明性就显著地降低了,特别是在那些放射性元素提高的地方。这一点在圖6和圖7的放射綫影片上可以很

清楚地看出来。

这一方法的敏感性和底片的明显性，一方面是由于植物体中放射性元素的含量，而另一方面是由于照像感光板的敏感性及植物各个部分和照像感光板的良好接触。

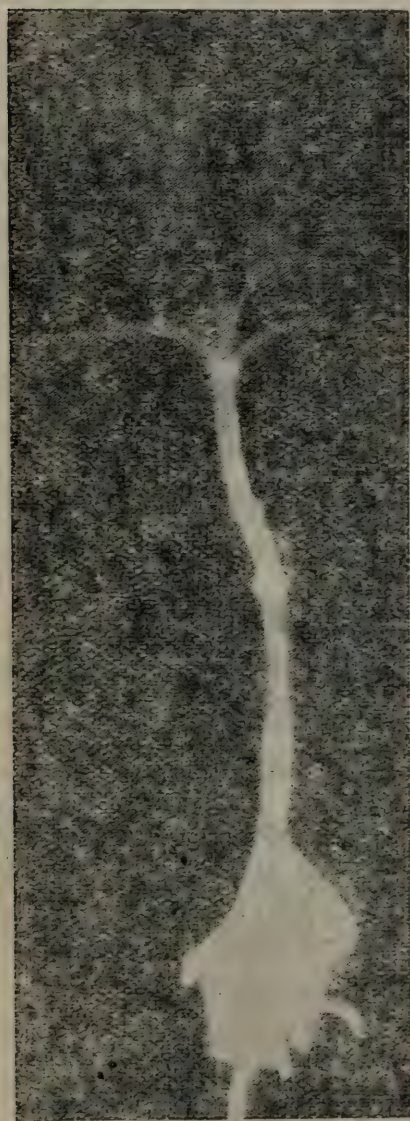


圖 6 借助于鐳的放射綫，但未用加强遮光板，拍攝的繡球花屬幼齡植株的放射綫像片；施入于营养混合物中的鐳量是 $1 \times 10^{-11}\%$ ；在照像感光板上处理了 15 天

为了放射綫片的定量鑑定，要借助于光度測定的方法来确定底片的变黑程度。为此，最方便的仪器乃是光电光度計或者是微光度計。將底片各个部分变黑程度和标准黑度作比較，可确定植物各个微小部分各种放射性元素的含量。

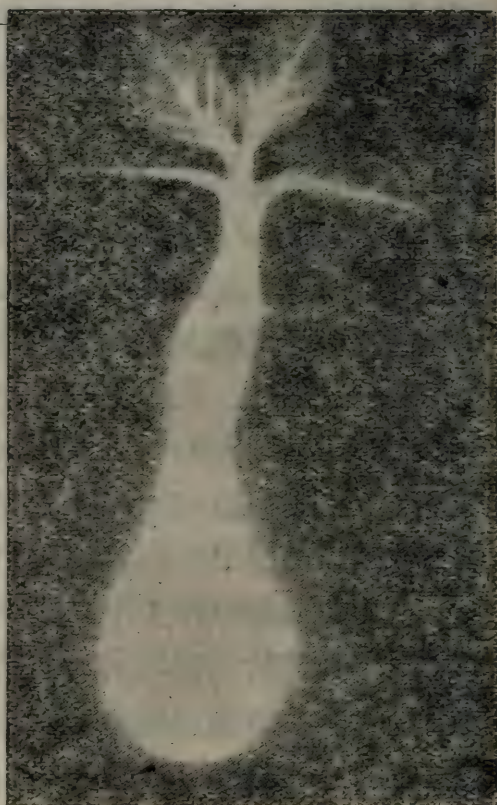


圖 7 利用加强遮光板拍攝的(同圖 6 的繡球花屬植株)放射綫像片；处理 15 天

將植物同时在一个感光板或照像底片上曝光的标准是最适宜的。

放射綫攝影法在研究植物体中营养元素的进入規律性和分佈規律性方面展开了新的可能性——这些現象的規律性用近代的化学、物理和生物方法中的任何一个方法都未能發現。当研究多量元素和微量元素进入植物体中并分佈在各器官和各組織微小部分中以及研究其它問題时,采用后一方法是能够胜利的。

借助于放射綫攝影方法,我們进行了很多的試驗研究,这些試驗



圖 8 利用加强遮光板拍攝的、培育于含有錳的充足营养混合物中的豌豆放射綫像片

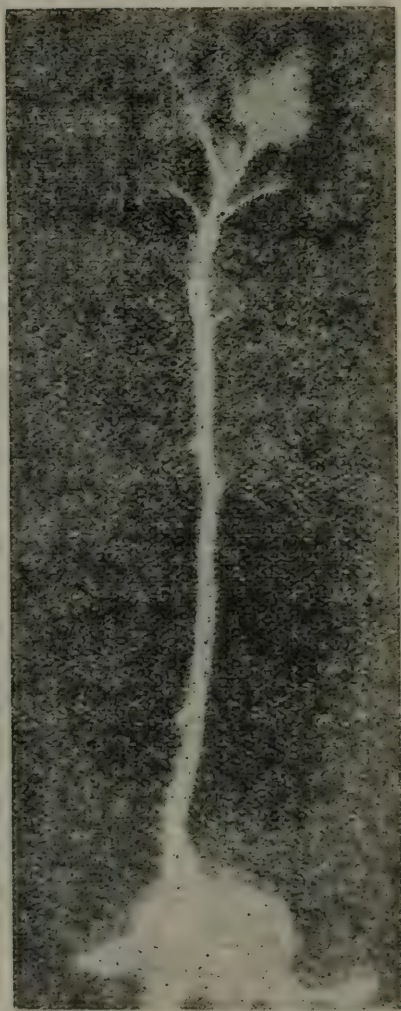


圖 9 借助于薄射綫拍攝的菊花放射綫像片

研究指出：經過根部而进入植物体中的鐳及其它放射性元素無例外地都分佈到所有各器官中，但多半是集中于生長茂盛的地方，也就是集中于幼小的生長点上、發育得最迅速的叶子中、以及結实器官中。在植物下部的、老的叶子中，放射性元素的含量是很少的。这一点在相当的放射綫照片中表現得特別显著。

圖 8 的放射綫像片是鐳在生長盛期的豌豆植株体中的分佈。可以明显地看出：在这一时期內，鐳集中得最多的是在上部，即幼嫩的叶子上，这些叶子在像片上表現得較清楚。像片中下部的、較老叶子的形像是很模糊的。

在其它的植物中也可以看到鐳分佈的相同情况，例如菊花(圖 9)。由于 α , β 和 γ 射綫的作用，在放射綫像片上差不多全部植株都照上了，但各器官的不同明显程度指出了：叶子最幼嫩部分中所含的鐳比老叶子中所含的多。因而，放射性元素是集中在生長得較茂盛的地方。



圖 10 借助于鐳射綫拍攝的車軸草放射綫像片

圖 10 的放射綫像片是車軸草在迅速形成花及开始开花期間拍攝的。在發育的这一期間，所有地上部分的器官以花中所含的鐳为最多，这些花在影片中特別表示出来的是清楚的白斑点。根部和叶子中的鐳就少得多了。相同的事实在其它的植物中也可以看到，例如橡膠草(圖 11)。

在同一个照片上(圖 10)还表現了植物的一个異常的特点——鐳集中于植物节間的能力，在植物节間中拍攝出来了明显的点子。在其它的植物上也可以看到相同的情况。

在圖12的放射綫像片上,指出了烟草中放射性磷 P^{32} 的分佈。

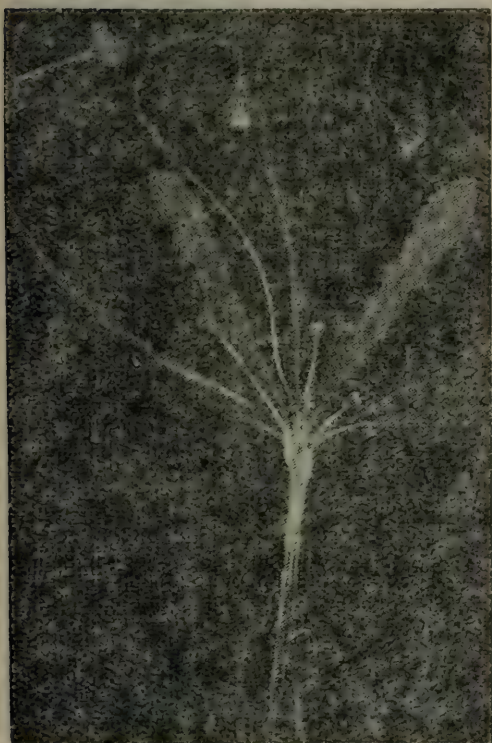


圖 11 借助于鐳射綫拍攝的二年生橡膠草植株的放射綫像片;在像片上可以清楚地看出:鐳主要是集中于花上;这一植株曾培育于放入鐳量 $1 \times 10^{-11}\%$ 于营养混合物中的砂培液中



圖 12 借助于放射性磷 P^{32} 射綫拍攝的烟草植株的放射綫像片

結 論

1. 天然放射性元素——鐳、鈾、釷等等——是属于超微量元素的。在生命有机体中,其含量是極微少的。放射性元素广泛地分佈于自然界中:它們存在于土壤中、天然水中、所有的动植物有机体中。天然放射性碳 C^{14} 存在于空气中,它是在宇宙光、中子的影响下从大气中的氮素不断形成的。

2. 植物是在其本身的發育过程中从土壤中吸收放射性元素的,而生物是从植物营养料中获得放射性元素的。植物本身所能够集中的放射性元素,其数量要比其周圍环境中所含的多出数十倍以至数

百倍。

3. 放射性元素的作用是多种多样的。放射性元素影响着有机体的生长和生物化学过程，这种影响与其说是由于它本身那种比其它营养元素更微少的量所引起的，毋宁说是由于它本身那种不断地把 α , β 和 γ 射线放散出来的能所引起的。不过钾是例外，钾不仅以其较大的量，并且还以其放射能同时影响着有机体。

4. 我们的知识的近代水平还不能够为植物建立起这样的一种培养基，一种完全可以排除掉天然放射性影响的培养基。主要的是不能从培养基中排除掉某一些放射性元素，特别是钾，因为植物要是缺钾，它就会死亡。用其它的化学元素来代替钾是不行的。放射性元素经常含于植物的种子中，含于最清洁的化学试剂中，含于气体（镭射气和 C^{14} ）状态的空气中、灰塵中以及其它地方。这就使我们很难来研究它们在有机体中的生理作用。

5. 根据我们的试验材料，天然放射性微量元素的浓度要比它在土壤中的数量少到数十倍至数百倍才是植物和根瘤菌的适宜用量。换算成居里，这就是比毫微居里少到100和1000倍的浓度。但是，若植物生长无显著抑制现象，那么就可以改成比较高的放射性元素浓度，即改成1个毫微居里。但这样的用量已经对多数植物的生长不起刺激作用。相等于1个毫居里和1个微居里用量的天然和人工放射性元素，由于其过高的放射性，对生物是有害的。应用这种用量应该认为是不容许的，特别是当它们对有机体长期作用的时候。

参 考 文 献

- Бакин Е. И. и Науменко А. И. 1938. Влияние эманации радия на центральную нервную систему лягушки, Вестник рентгенологии и радиологии, т. XIX.
- Баранов В. И. 1939. Об усвоении радиоактивных элементов растениями. Докл. АН СССР, т. XIV, № 9.
- Баранов В. И., Жданов А. П., Дейленрот-Мысовская М. Ю. 1944. Применение метода микрорадиографии для выяснения характера

- распределения радиоактивных элементов в природных объектах. Изв. АН СССР, Отд. химич. наук. № 1.
- Баранов В. И. и Цейтлин С. Г. 1941. Содержание радиоактивных элементов в некоторых почвах Союза ССР. Докл. АН СССР, т. XXX, № 4.
- Бруновский К. 1932. Концентрация радия организмами. Тр. Биогеохим. лабор. АН СССР, т. 11.
- Бруновский К. и Кунашева К. Г. 1930. О содержании радия в некоторых растениях. Докл. АН СССР, серия А. № 20.
- Вернадский В. И. 1911. Задача дня в области радия. Изв. АН 6-я серия, т. 5, № 1.
- Вернадский В. И. 1923. Уран и радий. Научно-технич. химическое изд.
- Вернадский В. И. 1926. Изотопы и живое вещество. Докл. АН СССР, декабрь.
- Вернадский В. И. 1929. О концентрации радия живыми организмами. Докл. АН СССР, серия А, № 2.
- Вернадский В. И. 1930. О концентрации радия растительными организмами. Докл. АН СССР, Серия А, № 20.
- Вернадский В. И. 1933. Геохимия, биогеохимия и радиология на новом этапе. Вестн. АН СССР, № 11.
- Вернадский В. И. 1935. О некоторых очередных проблемах радиологии. Изв. АН СССР, 7-я, серия ОМЕН, № 1.
- Вернадский В. И. 1940. Биогеохимические очерки. Изд. АН СССР, 250.
- Виноградов А. П. 1935. Химический элементарный состав организмов и периодическая система Д. И. Менделеева. Тр. Биогеохимич. лабор. АН СССР, т. III.
- Виноградов А. П., 1937. Использование микроэлементов—народно-хозяйственная проблема. Вестн. АН СССР, № 9, 55—58.
- Виноградов А. П. 1938. Биогеохимические провинции и эндемии. Докл. АН СССР, новая серия, т. 18, № 3—5, 283—286.
- Виноградов А. П. 1946. Геохимическая обстановка в районах эндемического зоба. Изв. АН СССР, серия географ. и геофизич., т. 10, № 4.
- Дробков А. А. 1937. Влияние редких земель на развитие растений. Докл. АН СССР, т. 17, № 5.
- Дробков А. А. 1940. Влияние радиоактивных элементов на развитие растений. Изв. АН СССР, серия биологич., № 5.
- Дробков А. А. 1941. Влияние радиоактивных элементов и редких земель на урожай и увеличение каучука в кок-сагызсе. Докл. АН СССР, т. 32.
- Дробков А. А. 1945. Значение радиоактивных элементов в развитии клу-

- беньковых бактерий и усвоении ими молекулярного азота воздуха. Докл. АН СССР, т. 69, № 3.
- Дробков А. А. 1947. Значение радиоактивных элементов в жизни растений. «Наука и жизнь», № 3.
- Дробков А. А. 1948. Радиофотографический метод количественного определения естественных и искусственных радиоактивных элементов в растениях. Докл. АН СССР, т. 68, № 1.
- Дробков А. А. 1949. Роль естественных радиоактивных элементов в жизни растений. «Сов. агрономия», № 9.
- Дробков А. А. 1951. Биологическая роль естественных радиоактивных элементов. «Успехи соврем. биологии», № 1.
- Красюк Б. А. 1932. Наблюдения над радиоактивностью почвенного воздуха в некоторых почвенных типах подзолистомой зоны. «Почвоведение», № 4.
- Кунашева К. Г. 1944а. Содержание радия и тория в илах Баренцова моря. Биогеохим. лабор. АН СССР, т. 7, стр. 106.
- Кунашева К. Г. 1946. Содержание радия в растительных и животных организмах. Тр. Биогеохимич. лабор. АН СССР, т. 7, стр. 98.
- Камен М. К. 1948. Радиоактивные индикаторы в биологии. Изд. иностр. лит. М.
- Лысенко Т. Д. 1949. Агробиология. Сельхозгиз.
- Мичурин И. В. 1934. Итоги шестидесятилетних работ по выведению новых сортов плодовых растений, изд. 3-е.
- Тимирязев К. А. 1922. Исторический метод в биологии. М.
- Тимирязев К. А. 1936. Жизнь растений. Сельхозгиз.
- Трудова Р. Г. 1952. Действие излучения радиоактивного фосфора на клеточное деление в меристеме корней. ДАН. LXXV, № 1.
- Хевиши Г. 1950. Радиоактивные индикаторы. Изд. иностр. лит. М.
- Цейтлин С. Г. 1944. Содержание радиоактивных элементов в некоторых почвах Крымского полуострова, взятых по вертикальному разрезу. Тр. Биогеохимич. лабор. АН СССР, т. 7, 128.
- Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Giese I. 1902. Radioaktive Substanzen. Stuttgart, 2.
- Hopkins C. G. a. Sachs W. H. 1915. Radium fertilizer in field tests. Science, v. 41. p. 732—736.
- Koernicke M. 1904. Die Wirkung der Radiumstrahlen auf die Keimung und das Wachstum. Ber. deutsch. bot. Ges., Bd. 22, S. 155.
- Lepape A. a. Tronnoy R. 1934. Influence du radium sur la vegetation. Annales Agronom., 3, p. 319.

- Libby W. F. 1946. Atmospheric helium and radiocarbon from cosmic radiation. The physical review, 69, No. 11—12, pp. 671—672.
- Molisch H. 1912. Über den Einfluss der Radiumemfination auf die höhere Pflanze Sitzungsber. Kais. Acad. Wiss., Wien. Math Kl. «Nature», 121, S. 853—857.
- Ramsey R. R. 1915. Radium fertilizer. Science, v.-4?, p. 219.
- Schwarz G. 1903. Über die Wirkung der Radiumstrahlen. Pflüg. Arch. Ges. Physiol., Bd. 100, S. 532.
- Srokłasa J. u. Penkava G. 1932. Biologie der Radiums und Uraniums. Berlin, 972 S.
- Zwaardemaker H. 1918. Die Bedeutung des Radiums im Organismus. Pflüg. Arch. Ges. Physiol., 173, S. 28—77.
- Zwaardemaker H. 1920. On physiological radioactivity. Journ. Physiol. v. 53, p. 273—289.

[張旭州譯 郑易里校]

微量元素对提高植物抗病性的作用

T. Д. 斯特拉霍夫 T. B. 雅洛山科

提高农作物的單位面积产量是我們社会主义国家建設的一个首要而迫切的問題。一切科学部門,其中也包括植物病理学,都在解决这个問題。

30多年来,在研究植物病害方面进行了大量的研究工作,因而为苏維埃植物病理学的胜利和成就提供了先决条件,使它从經驗的“处方”知識領域內轉变为具有稳固理論基础的、能够解决防治农作物病害的实际問題的实验科学。

过去在生物学上佔統治地位的反动思想,否認控制植物遺傳性的可能性,妨碍了正确地理解那些在研究植物病害时所观察到的現象,并且把植物保护事業引向了不正确的道路。

很長一段時間,研究者們都把注意力放在病原菌本身的研究上。向病害作斗争的治疗措施和預防措施(主要是化学方法)也被局限到对付病原菌上,而那些能提高植物抗病性的作物栽培条件,却一向沒被建立起来。

植物得病被認為是寄生物侵入的結果;在这种情况下是把植物本身当作被动的被作用物,在它上面發育着寄生的微生物(主要是真菌)。植物病理学在整个这段时期內的發展特点是純粹的真菌学派,我們早在1932年就称它为植物病理学的“处方”时期(斯特拉霍夫,1932年)。

这种脫离得病植株和周圍环境而只单独片面地去研究病原菌,使学者們得出了錯誤的理論总结,限制了这些結論的实际运用。O. 伯賴費尔德(Брэфельд)及其繼承者所創立的黑穗病菌在土壤中腐生

生存的理論，就可以作为一个明显的例証。

根据腐生理論曾經給使用农业技术和經營管理措施来防止黑穗病的农业实践作出了錯誤的总结性結論。这个結論說：土壤中的养分愈充足，施到地里的厩肥和矿物质肥料(特别是氮肥)愈多，那末，被收获机，尤其是康拜因散佈在田間而又混杂到土内的黑穗病菌的孢子也愈多，将来田里的黑穗病就愈厉害，防治起来也会更加困难。傳染性的黑穗病菌在土壤中的腐生時間为6—8年，因而确定了同一种作物在輪作中的輪迴期限，如此看来，好像其他任何防止黑穗病的方法都是無望的。

上述結論成为一个不可反駁的真理而被載于19世紀末和最近的科学教本內。

根据多年来对禾谷类作物黑穗病研究的結果(鑑定田間操作因素，特别是不同肥料因素的意义)，我們早在1923年就在自己的初步总结中(斯特拉霍夫，1922和1923年)得出了和文献中有关此問題相反的結論。我們田間試驗的初步結果所得出的結論是：不仅鉀肥和磷酸肥是保証谷类作物健壯，預防黑穗病的理想手段，就是厩肥和矿物质氮肥也同样有此作用。这些实际根据使我們能批判那些关于肥料对黑穗病影响的傳統見解，并作出普遍性的結論：即对研究植物病害的不正确的方法論，产生了不可解决的矛盾，也妨碍科学思想的进展。

仅仅去研究病原菌，即使很深刻很全面，也不能对植物有机体内所發生的染病过程有一个正确的理解。植物有机体内的病理过程是相当复杂的，甚至于同一种病害，其發生情况也不一样。这个过程的发展特点要决定于植物本身的許多特性，病原菌的特性和周圍环境中異常复杂的因素。發病过程，它的特点和最終結果都要由上述各种因素的相互作用和它們之間的关系来决定。在病害的发展过程中，各种因素的作用不可能事先就不变地安排好。由此越發暴露了旧有的“处方”病理学(它企圖只根据病原菌的生物学研究来解决所有防治病害的問題)的严重片面性。这在本質上是机械方法論，它在过去

和現在都使研究者陷入了絕境。

其实,从下面一些例証里,我們就已經表明了这样一个概念,即病理过程是一个变动的过程,在这里,寄生物、植物和环境条件起着同等的作用,在植物有机体内由寄生物所引起的病理过程,其發生情况是不一样的。这个过程在發展中的特点首先是以寄主植物的特性和寄生物的特性为先决条件,其次才是一系列的外界环境条件。因此,在全面地研究傳染性植物病害的过程中应当包括三方面:(1)直接研究病害的起因或研究病原菌;(2)研究染病植物的特性,不仅要把它看作是病原菌的活动或被感染植物的單方面的表現,也要看作是兩者共同作用的結果,就是說去研究寄生物和供養它的植物之間的相互关系;(3)研究外界环境条件对于病理过程發展的影响。由于寄生物經常作用于植物和植物經常作用于寄生物的結果,加上外界条件的調节作用,綜合成病害过程。

“一般說来,外界环境条件(气候、土壤、肥料等等)的影响,有时是直接地和同时地表现在植物和寄生物上,有时对其中一种有較强的影响,对另外一种只有間接的影响。因此,对于那些同时影响植物又影响寄生物的外界环境因素,以及那些能破坏植物和寄生物之間一般的相互关系,使其有利于植物或有利于寄生物的外界环境因素加以研究,那么就可以得出不仅对实际措施有价值,就是对了解这些相互关系的实質也很珍貴的材料……”(斯特拉霍夫等人,1923年)。

基于上述对病理过程的理解,我們可以得出結論說,利用選擇环境因素(其中也包括农業技术所創造的因素在內)的方法,能够按照人的意志来控制病理过程。在环境因素的帮助下,可以破坏寄生物与植物在进化过程中形成的复杂的相互关系,从而造成一种能使植物抗病、甚至使它对病害免疫的栽培条件。我們在1921—1931年所作的、关于研究不同肥料对谷类作物黑穗病影响的試驗,証實了我們的結論。各种肥料——氮、磷、鉀肥和有机肥料(厩肥)——是增强谷类作物对黑穗病抵抗力的可靠手段,而不是像根据腐生理論对肥料影响所作的評價那样,是加重病害的手段,这一点已被牢固地确定下

来了。

因此,我們从理論上可以作出下面的結論:任何一种因素都能在植物体内引起变化,提高它的生产力,并能破坏寄生物与植物之間的相互关系,使其有利于后者。

当寄生物在寄生性的进化过程中所适应下来的那种植物的新陈代谢遭到破坏时,也就是当寄生物寄居的“内部环境”(我們这样称呼它)变得对它不利时,植物的免疫特性就会被提高起来。

在П. А. 夫拉修克、Е. Б. 波布科、М. Я. 什科里尼克几位院士和其他学者的著作中,論及微量元素在植物生活中的作用的著作里,都可以找到我們的理論証据,同时我們也提出另外一些研究工作,它們是在以后把环境因素和植物营养条件的作用当作控制病理过程的手段而进行的。

我們从1937年起就开始在国立哈尔科夫大学植物病理实验室内进行了工作,以便研究微量元素对提高植物抗病性的作用。

我們实验室的工作者И. Е. 魯基楊念科(Лукьяненко), О. В. 雅洛山科, Г. А. 特魯諾夫(Трунов)等人用盆栽方法,田間方法,組織学方法和一部分生理学方法所完成的工作証明,改变生活条件和营养条件可以显著提高植物的抗病性,甚至于可以使它抵抗像黑穗病和銹病那样危险的病害。例如,从И. Е. 魯基楊念科研究硼、錳、銅对感染腥黑穗病的小麦生理过程影响的資料中(1937—1940年)可以看出,硼、錳、銅等显著地提高了春小麦对腥黑穗病的抵抗力。不論感病情况在个别年分中有怎样的变化,但一般的規律始終是保持着如下的关系:即硼使小麦对腥黑穗病的感染減少了3—10倍,錳3—5倍,銅7—15倍。若將微量元素和完全矿物質肥料配合使用时,則效果更好。

从1938—1941年和从1945—1949年,在同一个实验室内,Т. В. 雅洛山科也在感染各种黑穗病的小麦、燕麦、大麦和冬黑麦上得到了类似的資料。当时曾于施用微量元素肥料供給植物营养的情况下,从組織学上研究了黑穗病菌与营养它的植物組織間的相互关系。

从 1938—1941 年, 又于人工接种的条件下, 在盆栽試驗和田間小区試驗內研究了不同肥料 (其中包括鈉和鉄) 对燕麦散黑穗病 (*Ustilago avenae* Pers. Jens.) 的影响。

这几年和以后几年的田間小区試驗都是在国立哈尔科夫大学植物病理学实验室的試驗地上进行的。小区面积为 1.5 平方米; 重复三次。試驗地的土壤是冲积的灰化黑鈣土类。

选取感染散黑穗病的哈尔科夫 596 号品种和抗散黑穗病的芬維埃 339 号品种作比較研究。

微量元素有鉄 (FeSO_4 鹽态) 和鈉 (化学純 NaCl), 每公頃按 3 公斤有效物質施用。以完全礦物質肥料 (NPK)——磷 (过磷酸鹽), 鉀 (氯化鉀), 氮 (硝酸銨)——作底肥, 每公頃按 50 公斤有效物質施用。

在盆栽試驗內, 微量元素肥料是按每公斤土壤 0.002 克鉄和 0.15 克鈉施用。

在 1938—1941 年的小区試驗和盆栽試驗內, 微量元素肥料則以溶液状态于播种前施用。

所得結果如表 1 和 2 所示。

表 1 肥料对提高燕麦抗散黑穗病 (*Ustilago avenae*) 能力的影响
(1940 年的小区試驗)

試 驗 处 理	596 号 品 种 (感病) 感染程度 (%)	339 号 品 种 (抗病) 感染程度 (%)
对照 (不施肥)	26.0	3.9
NPK	20.8	1.5
NPK + FeSO_4	16.6	0.8
NPK + NaCl	7.1	0.5
有机肥料 (厩肥)	19.0	2.4

試驗結果証明, 鉄、鈉等微量元素肥料可以显著降低燕麦对散黑穗病的感染性。

在 1940—1941 年的小区試驗和 1938—1940 年的盆栽試驗中,

鉄使感病性降低 $\frac{6}{8}$ — $\frac{7}{8}$, 鈉使降低 $\frac{9}{10}$ — $\frac{9}{10}$ 。

1948年又研究了另外几种微量元素;即鋅、鋇和碘。并且把底肥(NPK)变更了一下:磷和鉀每公頃施 50 公斤,氮每公頃施 25 公斤。

表 2 肥料对提高燕麦抗散黑穗病性(*Ustilago avenae*)的影响

(1941 年的小区試驗)

試 驗 处 理	596 号品种 (感染病) 感染程度(%)	339 号品种 (抗病) 感染程度(%)
对照 (不施肥)	16.4	1.5
NPK	5.6	1.0
NPK+FeSO ₄	1.6	0.3
NPK+NaCl	2.0	0.2
厩 肥	7.6	0.9

微量元素肥料是在播种前和在分蘖期作追肥施用的。鋇用 BaCO₃, 鋅用 ZnSO₄, 碘用 KI, 按每公頃施用 3 公斤有效物質計算。

关于1948年燕麦对散黑穗病感染性的資料如表 3 所示。

表 3 微量元素对提高燕麦抗散黑穗病性(*Ustilago avenae*)的影响

(1948 年的小区試驗)

試 驗 处 理	596 号品种 (感染病) 感染程度(%)	339 号品种 (抗病) 感染程度(%)
对照 (不施肥)	17.0	5.9
ZnSO ₄	6.6	3.4
BaCO ₃	15.0	6.4
KI	24.6	15.6
NPK	12.8	4.4
NPK+ZnSO ₄	11.3	3.4
NPK+BaCO ₃	20.8	12.1
NPK+KI	25.3	11.7

从試驗結果看来, 鋅使染病品种哈尔科夫 596 号燕麦对散黑穗

病的感染程度比对照約降低 2 倍，而使抗病品种苏維埃 339 号差不多比对照降低 1 倍。碘几乎使感染增加了一倍。鋇和对照比起来，没有什么区别，而在以 NPK 作底肥时，甚至提高了感染程度。

从以上几年的研究結果所得到的資料証明了，鉄、鈉和鋅可以增强植物的生長力。在施用这些肥料时，籽粒的絕對重量也比对照高一些。

对两个燕麦品种的組織与病原菌 *Ustilago avenae* 的相互关系所作的組織学研究，不仅說明而且証实了在鉄、鈉和鋅的影响下提高燕麦对散黑穗病的抵抗力的事实。由于这些微量元素的影响，可以加速組織的分化，从而發生另外一些变化，造成不利于菌絲体在植物組織內發育的环境。

在微量元素的影响下，可以使黑穗病的菌絲体与植物組織相互关系的組織学情况發生变化（品种特性和發生在植物体内的年齡变化）。在植物的發育初期（5 天的幼苗），生長在組織內的菌絲体的数目，于任何施肥情况下和任何一个品种上，几乎都是一样的。从分蘖期开始，菌絲体的数目則因肥料和品种的不同显著的減少了。同时还發現菌絲体在植物組織內有受到抑制的样子，这表現在它的直径的縮短和菌絲体被吸收上（表 4）。

当菌絲体受到抑制时，它就变成一段一段的，多半分佈在細胞之間，細胞質內也形成空胞，菌絲被吸收，最后菌絲体完全消失，因而使植物也能正常地抽穗了。

在染病的品种上，只有当植物得到了鉄、鈉和鋅时，才發現組織內的菌絲有被吸收的現象。

在 339 号品种上（抗病品种），甚至于对照植株內也發現了菌絲体被抑制和被吸收的現象，并且从年齡上表現出来。在这种情况下，微量元素只是加强了这些現象，这一点可以說明抗病品种的免疫性也被提高了。

菌絲体被吸收与植物發育的阶段性有密切的关系，以分蘖期到形成原始穗时进行得最为猛烈。

表 4 微量元素肥料对燕麦組織內 *Ustilago avenae* *pers* 菌絲体直徑長短的影响
(1948 年的試驗; 50 次測量平均的資料)

試 驗 处 理	第 1 期 (5 天的幼苗)		第 2 期 (分蘗)		第 3 期 (穗)		第 4 期 (原始穗)	
	菌絲体的直徑 (微米)							
	M±m		M±m		M±m		M±m	
596 号品种 (染病品种)								
对照 (不施肥)	3.4	0.12	3.2	0.04	3.0	0.05	2.8	0.04
NPK	3.0	0.04	2.7	0.03	2.4	0.05	2.4	0.06
NPK+NaCl	2.7	0.05	2.3	0.05	2.3	0.04	2.0	0.05
NPK+FeSO ₄	2.8	0.03	2.3	0.05	2.2	0.06	2.2	0.30
339 号品种 (抗病品种)								
对 照	2.7	0.09	2.5	0.09	2.4	0.15*	2.0	0.18
NPK	2.7	0.014	2.6	0.07	2.3	0.20*	—	—
NPK+NaCl	2.6	0.04	2.6	0.08	2.2	0.13	—	—
NPK+FeSO ₄	2.5	0.10	2.5	0.10	2.0	0.13	—	—

* 在第 3 期由于很难找到菌絲体, 所以一共測量 20—25 次。

但真菌的菌絲体与得到鋁、碘等养分的植株, 在相互关系上的組織学情况則是另一个样子。

得到鋁、碘的植株, 其生長力与对照植株没有什么区别; 在它們的組織內, 菌絲体發育得很好, 有分枝, 能够很容易侵入細胞內, 而沒有受到任何的抑制。在这里, 菌絲体的直徑比对照大得多了, 在数以百計的觀察过的切片內, 总共只發現有二、三个切片內的菌絲有被吸收的現象(表 5)。

在得到碘的燕麦組織內的菌絲体 (其感染率比对照高 1 倍), 即使在抗病品种內也很像是这种真菌的純粹培养。

由此可以作出結論說, 碘在組織內是促进菌絲体發育的一个因素; 它所造成的“內部环境”保證了真菌的發育, 破坏了相互关系而使其对病原菌有利。

自表 4 和表 5 可見, 菌絲体的直徑隨着植株的年齡而縮短。在

表 5 微量元素肥料对燕麦組織内 *Ustilago avenae* 菌絲体直徑的影响
(1948 年的試驗; 50 次測量的平均数据)

試 驗 处 理	第 1 期 (5 天的幼苗)		第 2 期 (16 天的幼苗)		第 3 期 (形成穗子)	
	菌絲体的直徑 (微米)					
	M±m		M±m		M±m	
596 号品种 (感病品种)						
对照 (不施肥)	3.4	0.11	3.4	0.09	3.0	0.02
ZnSO ₄	3.0	0.07	2.8	0.03	2.8	0.06
BaCO ₃	3.8	0.01	3.7	0.17	3.6	0.09
KI	4.0	0.09	3.9	0.14	3.9	0.11
339 号品种 (抗病品种)						
对照 (不施肥)	3.0	0.14	2.8	0.07	2.6	0.012
ZnSO ₄	2.8	0.04	2.6	0.14	2.4	0.010
BaCO ₃	3.6	0.12	3.6	0.03	3.4	0.09
KI	3.8	0.09	3.8	0.09	3.8	0.06

得到微量元素(鉄、鈉和鋅)的植株組織内, 菌絲体的直徑也比对照小得多。所有这一切都表明了菌絲体在組織内是受到抑制的。

菌絲体在植物組織内被抑制, 特别是它被吸收的現象, 以及菌絲体完全消失等都說明了, 抗病品种所特有的, 或在微量元素的影响下染病品种所显出的体液反应(гуморальная реакция)的存在。

1947 和 1949 年, 在研究某些微量元素对大麦坚黑穗病(*Ustilago hordei* Kell. et SW.)的影响时, 也得到了类似的資料。

1947 年, 曾經研究了硼、錳和銅对两个大麦品种[紀念日 1386 号(抗病)和努塔 08/71(染病)]的影响。微量元素是在播种前施用的, 另外又在分蘖期作追肥施用。在上述两种情况下, 均按試驗处理的規定, 于不施肥和 NPK 两种条件下播种。磷鉀肥在播种前施用, 每公頃施 50 公斤有效物質, 氮肥每公頃按 25 公斤有效物質施用。錳(KMnO₄)和銅(CuSO₄)則按每公頃施 3 公斤有效物質計算, 硼(H₃BO₃) 每公頃施用 1.5 公斤有效物質。試驗是在小区上进行的, 重复 4 次。

在这个試驗內，当每公頃施用 1.5 公斤硼时，植物即受到抑制，尤其是在發育初期，甚至發現植物垂倒，但后来又恢复了原狀，并且發育良好。

大麦对坚黑穗病的感染率，施硼者比对照低 $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ 。錳也使感染降低了 $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ ，銅則使感染降低了 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ 。

表 6 微量元素对提高大麦抗坚黑穗病力(*Ustilago hordei*)的影响(1949年)

試 驗 处 理	平 均 感 染 程 度(%)
08 号 品 种(染病)	
对 照(不施肥)	12.3
CuSO ₄	3.3
FeSO ₄	6.2
ZnSO ₄	4.2
NiSO ₄	5.7
MnSO ₄	5.2
NPK	8.3
NPK+CuSO ₄	3.5
NPK+FeSO ₄	2.0
NPK+ZnSO ₄	3.15
NPK+NiSO ₄	0.95
NPK+MnSO ₄	0.37
1386 号 品种(抗病)	
对 照	4.0
CuSO ₄	0.15
FeSO ₄	0.95
ZnSO ₄	0.05
NiSO ₄	0.0
MnSO ₄	0.0
NPK	2.4
NPK+CuSO ₄	0.0
NPK+FeSO ₄	0.2
NPK+ZnSO ₄	0.1
NPK+NiSO ₄	0.1
NPK+MnSO ₄	0.0

应当指出，不同作物对同一种微量元素的反应是不一样的。根据 И. Е. 魯基楊宁科(1937—1940 年)的資料，給小麦施用同样份量的硼并没有使植株受到抑制。

1949 年，用上述两个大麦品种，并按照同样的方法研究了鉄、鋁、鋅、錳和銅的影响。在該試驗內，为了比較陽离子的作用，都用硫酸鹽。

微量元素均按每公頃施 3 公斤有效物質來計算，鋁則例外，按每公頃施 1.5 公斤有效物質計算(表 6)。

在 NPK 环境下施用鋁和錳的效果最好，鋁使感染降低了 $\frac{1}{3}$ ，而錳达 $\frac{3}{4}$ ；鉄使感染降低了 $\frac{1}{2}$ ，鋅降低了 $\frac{1}{3}$ 。

大麦組織內堅黑穗病菌絲体的組織学研究也在这个作物上証實了菌絲体在得到錳、銅和硼的植物組織內被抑制的事实。其中以施硼者所表現的抑制現象最突出，而施錳和銅者則經常可以看到菌絲体被吸收的現象。

1948—1949 年，又研究了微量元素对提高冬黑麦彼得庫斯卡姬型(Тип Петкусской) 194 号品种抗稈黑粉病力(*Urocystis occulta* Wallr.)的影响。微量元素是在秋天播种前施用的，春天又作追肥施用；鉄、鋅、鋁、銅等鹽类都帶有同一种陰离子(SO_4 根)；硼是采用 H_3BO_3 ，鈉則采用 NaCl 。

以上几种微量元素的有效物質均按每公頃 3 公斤計算，硼和鋁則按每公頃 1.5 公斤計算。

在这个試驗內，發現施鉄和鋅的植株，生長力最强。鋁則使植株在生長初期受到抑制，但后来植株又正常地發育了(表 7)。

試驗結果証明，施鋅几乎能完全使冬黑麦不感染稈黑粉病，它使感染率降低了 $\frac{1}{2}$ 。鉄、鋁和硼則使感染降低了 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ 。

以上所述微量元素在防除谷类作物黑穗病上的作用，証實了借助于外界环境因素的利用和改变植物营养条件，可以定向改变植物病理过程的發育途徑。

如果把植物的病理过程看作是变动的过程，是經常随着植物和

表 7 微量元素对提高冬黑麦抗稈黑粉病性 (*Urocystis occulta* Wallr.) 的影响
(1948—1949)

試 驗 处 理	平 均 感 染 程 度(%)
194 号品种 (彼特庫斯型)	
NPK (对照)	17.1
NPK + CuSO ₄	11.8
NPK + FeSO ₄	3.4
NPK + NiSO ₄	4.8
NPK + ZnSO ₄	0.9
NPK + H ₃ BO ₃	3.1
NPK + NaCl	11.5

病原微生物的特性, 以及外界环境条件的变化而改变的过程, 那末, 我們就可以利用選擇自然历史环境因素和栽培作物时人为創造的环境因素(如农業技术, 肥料和微量元素的影响等)来控制这些过程。

借助于环境因素和人工創造植物的生活、营养、生長与發育等条件, 我們可以改变植物的本性, 并从而加强它們的抗病性。改变植物的特性——就是在植物的組織內造成不利于病原微生物生活的条件。由于这些因素的帮助, 我們就可以改变病原菌的特性, 減輕它們的毒害性。因此, 借环境因素的帮助和選擇植物的营养条件可以破坏寄生物与植物在进化过程中形成的复杂的相互关系, 从而为植物創造了使它能产生抗病性和使它具有免疫特性的栽培条件。这已經被我們的組織学研究所証实了, 这些研究証明, 感染黑穗病的燕麦、冬黑麦和大麦的品种, 在某些微量元素的影响下, 能够产生为免疫品种所特有的反应(菌絲体被抑制或被吸收)。

微量元素可以破坏高等生物与植物病原微生物在进化过程中形成的复杂的相互关系, 我們在这方面所作的工作还剛剛开始, 它仍需繼續开展下去。但目前根据上述有关黑穗病的試驗資料和我們現有关于谷类作物銹病和斑紋病的一些資料就可以作出如下的結論: 施用微量元素来防治作物的許多病害, 并从而增加农作物的产量和提

高产品的品質具有不容怀疑的前途。

我們的資料表明，不同的微量元素对提高植物抗病性的影响有很大的差別。其中有一些微量元素实际上能够显著提高谷类作物对黑穗病(例如使感染率降低 18 倍)和銹病的抵抗力，另外一些微量元素則处于中間地位，而有些元素甚至可以降低抗病力(如碘对燕麦黑穗病的影响即是)。

微量元素对不同作物病害影响的差別决定于微量元素的选择和使用它們的农業技术环境，决定于微量元素的使用量，施用時間和方法，决定于植物的种和品种的特性，以及病原菌的本質和特性。因此，在研究微量元素对提高植物抗病性的作用和研究它們的保护作用的本質时，必須考虑到上述的特点。不过还應該采用各种研究方法使研究工作深入下去和有所成就，这保証最快地解决对社会主义农業实践和先进的苏联科学的进一步发展有首要意义的問題。

参 考 文 献

Страхов Т. Д. и др. 1923. К вопросу о влиянии полеводственных факторов на поражаемость хлебных злаков головней. Журн. «Сельскохозяйственное опытное дело», № 2.

[邓鴻举譯 楊春明校]

关于硼素肥料的有效性及其施用条件

M.B. 卡塔雷莫夫

肥料及其它农业技术措施的密切配合应用乃是控制植物有机体的生长和发育的强有力因素之一，并且必然在我们祖国的集体农庄和国营农场获得高额而稳定的产量中起到非常重要的作用。

除了普通的肥料——有机无机肥料——以外，所谓微量肥料，也就是含有微量元素的肥料（硼、铜、锰和其它），对获得好的收成以及提高植物产品的品质也必然会起到巨大的作用。在具有农业意义的微量元素之中，硼素乃是最重要的微量元素之一。无论是在苏联，还是在外国都在这一元素的研究上做了很多工作，并且近年来有关硼素的文献也在特别迅速地增加着。

在这一篇文章中总结了研究硼素对农业作用的结果，这些结果是1949年以前（包括1949年在内）所获得的。为此目的，作者不仅采用了在Я.В. 萨莫依洛夫肥料杀虫灭菌剂科学研究所中所获得的材料，而且也采用了苏联其他科学试验研究机关的资料。

为了研究硼素肥料的有效性，曾进行了各种农作物的大田试验和盆栽试验。我们引用了证明硼素肥料对一些最重要农作物的有效性的一些试验结果。

車軸草和苜蓿 在1935—1948年施用硼素肥料的试验结果中，E.B. 波布科获得了下列材料（表1）：

全苏饲料研究所 A.B. 索科洛夫（Соколов）K.A. 德米特里也夫（Дмитриев）和 E.B. 吉雅科娃（Дьякова）在两个大田试验中（在灰化粘壤土中）进行了硼素对車軸草和苜蓿种子生产率的影响结果，见表2和表3：

表 1 硼素对車軸草和苜蓿种子产量的影响

土 壤	增产額(公担/公頃)	
	車 軸 草	苜 蓿
未施用石灰的灰化土壤	0.6	0.5
施用石灰的灰化土壤	0.9	1.5

表 2 硼素对車軸草产量的影响
(NPK 作底肥)

試 驗 处 理	种子产量(公担/公頃)		
	無 硼 素	硼(2公斤/公頃)	硼 酸
对照	1.6	1.8	1.8
CaCO_3 , $1/2$ г.к.	1.8	2.5	2.6
CaCO_3 , 1 г.к.	2.2	3.9	4.2

表 3 硼素对苜蓿产量的影响
(全苏飼料研究所在灰化粘壤土上的大田試驗)

試 驗 处 理	种子产量 (公担/公頃)	
	PK	PK+硼(3公斤/公頃)
無石灰	0.5	0.6
CaCO_3 , 6吨/公頃	0.8	4.7

从表 2 可知,無論在施用或未施用石灰的灰化土中硼肥都非常有效地提高了車軸草和苜蓿种子的产量。

硼肥对蔬菜作物种籽产量的效果,見表 4。¹⁾

1)莫斯科省克拉斯諾波良斯克區“蘭荷”集体农庄的食用甜菜試驗和永久水池農業試驗站(ДАОС)的甘藍試驗是1949年在一小塊未施用石灰的灰化粘壤土上进行的,沒有重复,所以是大概的材料。

表 4 硼素对蔬菜作物种子产量的影响(大田試驗)

試 驗 处 理	食 用 糖 菜 (包尔斗种)		甘 藍 种 (光 榮 种)		甘 藍 (莫斯科晚熟种)	
	無 硼	硼(0.5公 斤/公頃)	無 硼	硼(1公斤/ 公頃)	無 硼	硼(1公斤/ 公頃)
一棵植株的产量(克)	47.0	69.7	29.2	62.5	43.2	46.6
产量(公担/公頃)	8.7	12.9	5.4	11.6	4.6	5.5
种子千粒重(克)	16.6	21.0	4.6	6.0	5.2	5.4

从引用的資料中可以看出,硼素的施用可以显著地提高食用甜菜和甘藍种子的产量,并同时能改善种子的品質。

根据大田試驗的資料(永久水池农业試驗站)硼素对飼料塊莖和食用甜菜产量影响的效果如下, [И. А. 波斯彼洛夫(Поспелов)] (表 5)。

表 5 硼素在灰化粘壤土中对飼用甜菜产量的影响
(NPK 作底肥)

試 驗 处 理	1937 年		1938 年		1939 年	
	根 重 (公担/ 公頃)	病 株 数 量 (%)	根 重 (公担/ 公頃)	病 株 数 量 (%)	根 重 (公担/ 公頃)	病 株 数 量 (%)
無肥	147	0	42	0	18	0
硼素	194	0	88	0	32	0
对照(环境)	746	25	153	6	260	42
硼素	765	0	175	0	341	0
CaCO ₃ , 2г.к.	691	97	144	30	296	88
CaCO ₃ , 2г.к. + 硼	944	0	218	0	418	0

硼素不仅在施用石灰的和未施用石灰的灰化土壤上能提高飼用甜菜的产量,并能完全消灭甜菜的髓腐病害。

1940年在永久水池农业試驗站进行了食用甜菜,飼用甜菜和飼用燕菁的三个其他大田試驗,硼素对这些作物产量的效果 [Р. И. 彼夫茲聶尔(Певзнер)] 见表 6 所列資料。

表 6 硼素对甜菜和飼用蕪菁产量的影响
(永久水池农业試驗站的大田試驗; NPK 作底肥)

試 驗 处 理	飼 用 甜 菜		食 用 甜 菜		飼 用 蕪 菁	
	根 重 (公担/ 公頃)	病株数 (%)	根 重 (公担/ 公頃)	病株数 (%)	根 重 (公担/ 公頃)	病株数 (%)
对照	582	52	579	25	723	0
CaCO ₃ , 2 公.к.	506	99	652	61	681	100
CaCO ₃ , 2 公.к. + 硼 3公斤/公頃	1200	0	888	0	826	0

因之,硼素对飼料塊根和食用甜菜有很有效的增产作用,并能防止这些作物的髓腐病害。除此之外,在永久水池农业試驗站还确定了硼素对耐藏性有很好的影响(貯藏飼用甜菜时的貯藏性)(И. А. 波斯彼洛夫)。

硼素对亞麻产量的影响,結果見表 7。

表 7 硼素对亞麻产量的影响
(永久水池农业試驗站的大田試驗; NPK 作底肥)

試 驗 处 理	种 子 (公担/ 公頃)	翼 程 (公担/ 公頃)	对总产量 的种子(%)	梳麻纖維 (%)	纖維的平均 数值
对照	18.8	61	23	14.7	8.8
硼,3公斤/公頃	18.6	63	26	14.4	9.5
CaCO ₃ , 1 公.к.	18.4	69	21	14.4	9.3
CaCO ₃ , 1 公.к. + 硼	20.8	62	25	15.0	9.5

硼素在施用石灰的灰化粘壤土上增加了种子的产量,并改善了纖維的品質。

亞麻研究所的很多大田試驗(Я.В. 彼依維等)确定了,硼素在黑色土壤中(地势低的)对亞麻的产量有很高的效力。在表8中表明了“劳动旗帜”集体农庄(加里宁省)黑色土壤中所进行的大田試驗的結果。

硼素提高了种子和纖維的产量并改善了纖維的品質。

除了上述作物以外。还确定了硼肥对其它作物也有很高的效力(白芥屬、糖用甜菜、蔬菜和其它)。

表 8 在黑色土壤中硼素对亚麻产量的影响

試 驗 处 理	無 肥	NPK	NPK+硼砂(公斤/公頃)			
			1	3	9	12
种子(公担/公頃)	2.8	5.8	6.2	7.6	7.1	7.6
莖稈(公担/公頃)	22.7	31.6	32.0	5.2	35.1	34.3
長纖維率(%)	10.1	11.3	12.2	13.7	12.7	13.1
纖維的中等号数	13.9	13.0	15.1	16.0	15.5	15.1
長纖維的产量(公担/公頃)	2.3	3.6	3.6	4.8	4.5	4.5

关于硼肥用量的試驗研究进行得还不多。根据現有資料可以做出大概的結論:建議在灰化土壤上应用下列数量的硼素:在車軸草种子圃上每公頃用 1—1.5 公斤,在根莖及蔬菜飼料地上——1.5—2.0 公斤,在苜蓿种子圃上——2.0—3.0 公斤左右,种植在灰化土中的亞麻地上——0.5—1.0 公斤,在黑色土壤(地势低的)上——0.35—0.7 公斤。

硼素肥料有下列数种:硼鎂肥料,硼酸,硼砂,以及一些含硼的矿石。目前我們的工業正在为农業的需要而生产着硼鎂肥料。在这一肥料中含有 8—15% 左右的硼酸和 27—35% 硫酸鹽态的氧化鎂。当在沙土和沙壤土中应用硼鎂肥料时其中鎂能有很好的作用。

目前必需向工業提出生产含有硼的过磷酸鹽的問題,它施在豆科牧草——車軸草、苜蓿和其他作物——的种子圃时能获得有效的利用。施用含硼过磷酸鹽比單施硼肥效力大(儲藏方便,和磷一起施用能保証硼和磷的最大有效性,比制造兩種以上的肥料簡單)。所以含硼过磷酸鹽應該成为硼肥的基本肥料的一种。必需在最短的期間开始制造它。但在其生产之前則需要大量生产硼鎂肥料。

灰化土壤的分佈区域，是对很多农作物施用硼肥的主要区域。这些土壤和北部冻土地带的土壤比苏联较南方的所有其它土壤更缺乏硼素（А.П. 維諾哥拉多夫等）。灰化土壤中的可吸收态硼对农作物的正常發育來說經常是不够的，所以也不能保証获得好的收成。因之硼肥应当首先施于灰化土中。如众所知，灰化土壤有很高的酸度，这就是对大多数农作物發育的不利因素。借助于施用石灰而消灭土壤的酸度能急剧地改善植物的發育条件，但同时由于施用石灰減少了植物对硼的吸收性而常常会使植物的硼素营养状况变坏。所以在施用过石灰的灰化土壤中硼肥特別有效。

車軸草、苜蓿、和其他豆科牧草，亞麻、根莖飼料作物、蔬菜和其他植物是灰化土壤中需要硼肥的最主要农作物。

和以前的概念相反，有一种說法：在施用石灰的灰化土壤中再施用硼肥是不适当的，特别是具有所謂过度施用石灰的坏作用情况下‘目前已确定，硼素不仅能消灭过度施用石灰的坏作用，并且一般地还能提高施用石灰的有效性。不但如此，植物不仅在施用石灰的土壤中，并且也在未施用石灰的土壤中表现出需要硼肥。因之，認為只在施用石灰的灰化土壤中应当施用硼肥的說法是不正确的。硼肥就是在未施石灰的灰化土壤中亦將获得广泛的施用，首先是在酸性小的土壤中，就是不施用石灰亦能获得高额产量。但施用少量的石灰，却要增加植物对硼肥的需要程度，其原因有两个：施用石灰后一般地提高了产量，而同时減低了土壤內硼的可吸收性。

应用灰化土壤来作許多作物的留种地时，特别是为了获得車軸草和苜蓿种子高额而稳定的产量时，硼肥具有特別重大的意义。由于在我們的集体农庄和国营农場中广泛地运用了草田輪作制，所以关于尽快地以充足数量的豆科牧草种子供給我們农業的問題則具有非常重要的意义。

蔬菜作物和塊根飼料作物的采种地同样也需要施用硼肥。除此之外，正像某些試驗所証明的一样，施用硼素能改善蔬菜的品質，提高其含糖量、維生素C的含量、抗病性、飼料塊根作物的耐貯性等

等。借助于硼素在灰化土中能获得饲料块根作物的高额产量，并且完全能使植株预防髓腐病的为害(甜菜)以及髓部变褐(饲用燕菁)。

当将很多农作物引种到北方时，特别是糖用甜菜和苜蓿，硼肥也将具有很大的意义。把糖用甜菜引种到北方和引种于酸性灰化土壤地区在颇大的程度上和施用石灰有关，因为这一作物对酸性土壤是很敏感的。施用石灰和甜菜表现或增加对硼素的要求有联系的，在灰化土壤中施用硼素能促进获得含糖分高的糖用甜菜的高额产量，并且能够预防甜菜在施用石灰和某些碱性土壤上所发生的髓腐病的为害。

把苜蓿向北方引种也和硼肥施用的必要性有密切关系，因为苜蓿是偏好于中性或微碱性土壤的。因之，在灰化地区，一般仅仅在施用石灰同时施用硼肥的土壤中才能够获得苜蓿的好收成，特别是这一作物的种子。在灰化土壤中无硼素是很难获得苜蓿种子的好产量。

很多作物对硼素的要求不仅表现在灰化土壤中，并且还表现在其他酸性土壤中——泥炭土和紅鈣土。已确定在低洼泥炭沼地中硼素是有好影响的，低洼泥炭沼地的相当大的土地面积都用来栽培很多的农作物。由于泥炭沼地的酸性过高，所以将高位泥炭地进行农业利用时不施用石灰实际上是不可能的。

在许多其他类型的土壤中首先应当提出黑色低洼土壤，正像亞麻研究所的大田試驗所証明的一样，在这种土壤中的亞麻是特别需要硼素肥料的。在很多的土壤中，特别是在新开垦的黑色低洼土壤中，亞麻时常由于硼素的不足而罹病害，并且产量很低，有时完全枯死。在这样的土壤中施用硼素肥料能消灭亞麻的病害，并能保证丰收。当开垦大面积尚未耕作过的，黑色土壤的生荒地播种亞麻时，需要施用硼素肥料作为必需的措施。

除了上述的灰化土、泥炭土和黑色土壤外，还有一些土壤，发现硼素对很多农作物的产量具有很好的影响：棉花和苜蓿——在灰鈣土中，糖用甜菜——在一些黑鈣土壤中，各种农作物——在碳酸鹽的

黑鈣土中，腐殖質——碳酸鹽土壤等等。在黑鈣土及一些其他的土壤中，硼素的优良作用条件尚研究得不够。需要进一步进行試驗研究工作。

在主要土壤类型中研究硼肥对植物影响的試驗工作的發展能扩大硼肥对植物产量有效作用的区域。

含有非常有限硼素的土壤，对經常获得高额产量來說，儲存的硼素是不够的。

正像上边我們所見到的一样，对未施石灰的灰化土壤來說已証明了这一点。当在这些土壤中获得飼用根莖类作物和食用甜菜高额产量的情况下，上述作物表現了非常需要硼肥。由于缺乏硼素，甚至甜菜也感染了髓腐病，飼用燕菁的果肉也变褐了。这些病害的明显表現是由于長期施用不含硼素的混合物矿質肥料所致。一般所施用的大多数矿物質肥料都不含或者含少量硼素。施用像厩肥或灰，其中含有相当量硼素，就将減輕或者能充分滿足植物对硼素的需求。因此施用純淨的矿物質肥料时，就使植物对硼素要求的更迫切，所以也就必需施用硼素肥料。

当施用高量的矿物質肥料时，一些試驗的結果直接表明植物加强对硼素要求的迫切性。例如，1938 年在燕麦砂培法的盆栽試驗中我們获得了以下材料(表 9)：

表 9 当提高营养元素量的情况下硼素对燕麦产量的影响

試 驗 处 理	燕麦产量(克/盆)	
	籽 实	莖 稈
黑尔里盖尔混合液	11.67	15.5
同上+硼	12.06	14.8
加倍的黑尔里盖尔混合液	11.70	17.2
同上+硼	16.08	15.8

每个盆钵中裝有 4 公斤用水洗过的石英砂；每一个盆中放入 2

毫克硼素;重复2次。

由所引証的材料中可以看出,当增加营养元素量的情况下,硼素的良好作用能急剧地提高到兩倍,不施硼素时,补充施入的营养物質就不能被利用。

在 A.B. 索科洛夫灰化粘壤土(永久水池农业試驗站)的盆栽試驗中,当提高 NPK 施肥量的情况下获得了关于硼肥有效性的类似材料。

可以預先指出,在經常获得高產产量的情况下,植物对硼肥反应的加强,已在这类土壤上肯定的話,也將在目前尚未表現出来的另一些土壤上表現出来。

目前我們的肥料工业基本上已能生产酸性的矿物質肥料,經常地施用这种肥料,首先是氮肥,就促使土壤显著地酸化。这一情况在永久水池农业試驗站的多年田間試驗中已非常清楚地証明了。上述事实对灰化土壤來說具有很大的意义,因为酸态矿物質肥料的經常施用就大大加强这种土壤的酸度和施用石灰的必要性,因而,归根到底就促使在这种土壤中的植物对硼肥要求的加强。

甚至在不施石灰的酸性土壤中經常施入碱性肥料(或者至少是碱性肥料中的某些肥料)就將促使植物表現和加强对硼素的要求。这一点已被永久水池农业試驗站的多年氮肥田間試驗結果所証实。在未施石灰的灰化土壤中于数年期间經常施用中量的氰化鈣会由于缺硼而引起亞麻的病害,一般在施用石灰时也發現这种病害。已成为酸性的土壤,虽然施入氰化物,还是能显著地減低土壤的酸度。看来,当經常施用氰化物时就为土壤硼轉化为难吸收态創造了条件,也就是当在酸性土壤中施用石灰时所經常較显著表現出来的那种現象。

結 論

苏联农业对硼素肥料的需要將逐年增加。在施用氮、磷、鉀肥料的同时还应当施用硼肥,当經常施用 NPK 肥而不伴随硼素肥料一同

施用时,NPK肥就不能表现出充份的效力来。由此,目前摆在苏联肥料工业面前的任务就是以充足数量的硼素肥料来供给我们的农业应用。

[張旭州譯 陈耕陶校]

在施用石灰的酸性灰化土壤上硼素 对农作物的影响

О. К. 喀德洛夫-济赫曼

苏联和国外所做的多年試驗研究結果，确知硼素是植物的必需营养元素，并且闡明了硼素对植物多方面的影响。基本問題是：硼素对农作物的生長、發育和产量的影响；硼在植物体中进行的生理和生物化学过程中所起的作用；硼素对植物的化学組成和产品品質的影响；硼素对植物体中营养元素的进入和积蓄的影响；硼素对与植物体本性联系着的种子生物学品質遺傳性底影响；土壤中硼素的含量及其对土壤中所进行的化学和微生物学作用的影响；在最重要的土壤类型中栽培主要农作物时硼素肥料的有效性(Е. В. 波布科；М. Я. 什科尔尼克；Я. В. 彼依維；М. В. 卡塔雷莫夫；И. А. 坡斯彼洛夫；В. В. 雅柯夫娃等)。

硼素的作用在施用过石灰的酸性灰化土壤中以及在含有大量石灰的土壤中表現得特別强烈。这一事实的确定具有非常重要的意义，用施用石灰的方法中和过剩的土壤酸度，使降低到微弱的酸性反应，是順利地应用草田农作制的必需条件，否則就不能获得牧草的好收成，照例地，只有用施用石灰的方法降低酸性土壤中的过剩酸度后，才能在这种土壤上获得高额而稳定的牧草产量。在灰化土壤上施用石灰时，發現硼素肥料有很高的效果，同时还应当指出，就是在未施用石灰的酸性灰化土壤上，特别是当农作物的高額产量条件下，硼素也表現了良好的影响。

在施用石灰的酸性灰化壤土上，硼素对农作物的長期影响在很

多的試驗結果中都証明了,一部分試驗是在本文作者的领导下、在全苏 К. К. 傑得罗依茨肥料、农業技术、农業土壤学研究所(ВИУАА)、白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院社会主义农業研究所的石灰研究室和季米里亞捷夫农学院(ТСХА)的农業化学教研室所作的。現將这些試驗研究的最重要結果在此文章中簡述之。

全苏肥料、农業技术、农業土壤学研究所的石灰實驗室曾进行过飼用甜菜的試驗,甜菜是埃刻恩斗尔弗斯克品种,試驗是在莫斯科省加里宁区“星期日”国营农場中的酸性灰化土壤上进行的[А. И. 喀沃尔科夫(Кеворков)]。机械成份;重黏壤土;鹽提出液 pH 值—4.5;水解酸度在 100 克的干土壤中是 7 毫克当量。每公頃施入白云石粉状态的石灰 10 公斤,硼砂态的硼素 1 公斤。在足量矿物质肥料(每公頃施入有效物質的 NPK120公斤)的环境下研究石灰和硼素的作用。試驗結果列入表 1。

表 1 硼素对栽培在施用石灰土壤中的飼用甜菜塊根产量的影响

試 驗 处 理	飼用甜菜塊根的产量(公担/公頃)		
	未 施 硼 素	施 硼 素	施硼增产量
未施石灰	446	483	38
石灰, $1/2$ Г. К.	485	501	16
石灰, 1 Г. К.	508	618	110
石灰, Г. К.	477	652	175

从試驗結果中可以看出,当施入相当于 1 Г. К. 量的石灰或多一些的时候,硼素随石灰量的增加而使飼用甜菜塊根的增产量更高起来。但是,不施硼时,施入相当于 1 Г. К. 的石灰量,則比施入相当于 2 Г. К. 石灰量的产量要高些;和在土壤中施用硼素时所获結果相反。

这就是說, 硼素不仅在施用石灰的酸性灰化土壤上起着良好的影响, 并且还能加强石灰的良好作用, 这一良好作用, 当施用双倍量的石灰时, 由于缺硼而未能充份表现出来。

施用硼肥也能减弱, 以致消除多量石灰的坏作用。

硼素减弱石灰的坏作用的事实, 可見全苏 K.K. 傑得罗耶茨肥料、农業技术、农業土壤学研究所石灰实验室的烏足豆盆栽試驗 [M. B. 但科娃-阿諾兴娜 (Данкова-Анохина)]。这試驗选用了白俄罗斯苏維埃社会主义共和国明斯克区“五一”国营农場的酸性灰化土壤, 其鹽悬濁液的 pH 值 4.2, 100 克干土中的水解酸度是 8.62 毫克当量。石灰用碳酸鈣化学純制剂; 硼用硼砂, 每 1 公斤干土中施入 1 毫克。此外, 所有的盆中都施入了 NPK 矿物質肥料, 每一盆 5 克有效物質 (表 2)。

土壤中施入石灰, 对烏足豆的地上部植株的減产是很可觀的。但同时施用硼素时则提高了产量。

可知, 借助于硼肥的施用可以显著地加强石灰的良好作用, 并减弱其不良影响。硼的这种作用, 对农業生产來說具有特殊的意义, 因为可以用施硼肥的方法, 显著地提高大多数农作物的产量。只要不太多施用石灰就是不施硼, 亦可避免土壤中石灰对大多数农作物的不良影响。

表 2 硼素对栽培于施用石灰土壤中烏足豆产量的影响

試 驗 处 理	总 产 量	
	克/盆	%
未施石灰	40.6	100
石灰, 2Г.К.	27.7	68
石灰, 2Г.К. + 硼	52.0	128

在施用石灰的酸性灰化土壤中, 硼素的良好作用可解釋为: 石灰对土壤中硼化合物的移动性和可吸收性起了影响, 而有利于植物的应用; 同时石灰还使鈣和硼素在植物体中所进行的各种作用發生了

影响。

施用石灰能够影响灰化土壤中植物对硼化合物的移动性和可吸收性,这是化学的和微生物学的作用的结果。必须指出,土壤中硼素的习性是依吸收性土壤复合体中、土壤溶液中和石灰肥料中镁的含量为转移的。在碳酸钙的影响下(以及氧化钙或者氢氧化钙的影响下),土壤内的无机和有机硼化合物和施入土壤中的硼肥化合物都和钙起相互作用。增高了 pH 值,降低了硼的移动性,并降低了植物能吸收的状态。在碳酸镁的影响下(以及氧化镁或者氢氧化镁的影响下),灰化土壤中的土壤硼素化合物甚至能转化为对植物移动性高和较易吸收的状态。可见钙和镁对土壤硼化合物的移动性表现为相反的方向,所以在施用石灰的酸性灰化土壤中,硼化合物对植物的吸收率能够提高或降低或者不变,是由镁在石灰肥料中的含量来决定的。

白俄罗斯苏维埃社会主义共和国科学院社会主义农业研究所(О.Э.喀德罗夫-济赫曼)所做的小型盆栽试验的结果也证实了土壤中硼和石灰相互作用这一解释的正确性。在直径 12 厘米的玻璃皿(кристаллизатор)中,每皿放入 100 克土壤和 300 克砂子。试验所用的土壤是“五一”国营农场的灰化土,试验材料是乌足豆。试验期间在每个玻璃皿中,曾施用了数次氮、磷、钾。除此,在一部分玻璃皿中还施用了碳酸钙、碳酸镁和硼砂态的硼素,其数量以能充份保证硼素营养的良好条件来决定。在未施硼的玻璃皿中,植株处于缺硼而其他营养原素充足的条件下。每一玻璃皿中播下 300 粒红车轴草种子。当不同处理间的植株明显表现出在生长和发育上有差别时,即停止试验,之后将植株的根系从土壤和砂中洗出来。然后用别尔特兰(Бертран)和阿利洛恩(Агюлон)的方法测定植株中的硼素含量(表 3)。

表中材料指出,在土壤中施用碳酸钙时,植株所吸收的硼比在施用石灰的土壤中少些。碳酸镁则与碳酸钙相反,它能使土壤中所含有的硼对植物易于移动,并转化为容易吸收的状态。当土壤中施用碳酸钙和碳酸镁的混合物时,植株吸收的硼比对照多,但是,比在单

独施用碳酸镁时硼的吸收量要低些。植株中所含的硼和土壤中 pH 值的比较指出, 碳酸钙和碳酸镁与土壤中硼素的相互作用而影响硼素移动性的并不是土壤反应, 而是钙和镁离子的化学特性。

表 3 石灰对农作物吸收土壤中硼素的难易的影响是由石灰肥料中镁的含量决定的

試 驗 处 理	植株总重		施 硼 量		水浸液中 的pH
	克/盆	%	100 克干 土中施入 的毫克量	%	
对照	4.09	100	0.079	100	4.6
$\text{CaCO}_3, \text{r.k.}$	4.29	105	0.045	57	7.3
$\text{MgCO}_3, 1\text{r.k.}$	3.24	79	0.174	220	7.0
$\text{CaCO}_3, 1\text{r.k.} + \text{MgCO}_3, 1\text{r.k.}$	5.28	129	0.087	110	7.6

石灰肥料的主要成分是碳酸钙(或是氧化钙)时, 它的施用, 使植株总产量中和叶子中的硼素急剧降低。而当施用石灰的土壤中施用硼素时, 则所含的硼素显著地提高了。无论是土壤中施用石灰, 或是施用硼肥对种子中硼素的含量都无重大影响。两个车轴草盆栽试验产物中测定硼素的材料证实了施用石灰和硼素的影响(用的是“五一”国营农场的土壤), 结果见表 4。

表 4 在施用石灰的土壤中红车轴草各个器官中硼素的含量是
决定于硼肥的施用(100 克干物质中的毫克量)

試 驗 处 理	1937年的 总产量	1938年		
		总产量	种 子	叶子和茎
对 照	5.7	—	—	—
石 灰	2.1	2.9	4.1	2.8
石灰+硼	5.7	5.7	4.1	6.0

从车轴草产量中测定硼素的结果可以看出, 在土壤中施用石灰时, 车轴草总产量中硼素的含量急剧地降低了, 而当施用石灰的土壤

中施用硼素时——則急剧地提高了。这样，車軸草生長于施用石灰的土壤中时，硼含量和生長于未施用石灰的土壤中的植株相等。产量的分析結果指出，在硼素的影响下，車軸草生長器官中和总产量中硼的含量急剧地提高了。硼素肥料的施用对种子中硼素的含量沒有表现出重大的影响。

在酸性灰化土壤中施用石灰的条件下，硼素对植物的良好影响是由于提高了叶子中叶綠素的含量而引起的，并且还由于硼素而加强了植物体中的光合作用和还原作用。这一点已被各种試驗研究所确定，包括以下的試驗研究：用上述微量元素盆栽試驗的車軸草叶子，以酒精浸出叶綠素，并以比色測定其含量。結果見表 5。

表 5 紅車軸草叶子中叶綠素的含量

試 驗 处 理	— 無 硼		有 硼	
	干物質中的%	%	干物質中的%	%
未施石灰	2.2	100	2.0	93
$\text{CaCO}_3, 2\text{r.к.}$	1.2	100	1.4	112
$\text{CaCO}_3, 1\text{r.к.} + \text{MgCO}_3, 1\text{r.к.}$	1.7	100	2.3	147

因此，在施用石灰的土壤中，特別是含有大量鎂的石灰，硼素对植株中叶綠素的积累起显著的影响。

有这样一个理論，認為土壤中施用石灰时硼素的良好影响可以解釋为：石灰的影响使植株中細胞液呈碱性反应，而硼素却能使細胞液中形成酸性物質，以中和这种碱性(包布科)。

这一理論是不正确的，因为白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院社会主义农業研究所，全苏肥料、农業技术、农業土壤学研究所石灰實驗室和季米里亞捷夫农学院农業化学教研室的試驗研究指出，植物液的反应之降低、提高，或者不变是依賴于植物的生物学特性，也依賴于一定植物的某个器官而定。例如，在白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院社会主义农業研究所的試驗中获得的材料：未

使用硼肥时車軸草叶子中液汁反应相当于 $pH=5.44$, 而当土壤中施用硼素时, 则为 5.65; 亞蔬薺种苗地上部分的磨碎液汁, 無硼时为 5.94, 有硼时为 5.97。小洋蘿卜塊莖和叶子的液汁 pH 值的測定結果見表 6。

表 6 小洋蘿卜植株液中的 pH 值

环 境	試 驗 处 理	pH	
		叶 子	塊 莖
無石灰	無硼	6.18	5.78
	硼	6.04	6.13
有石灰	無硼	6.11	6.20
	硼	6.00	6.58

硼的影响是: 小洋蘿卜叶部液汁的 pH 降低了, 而同一植物的塊莖汁液中的 pH 增高了。未施石灰和施用石灰的結果是 相同的。而且施用石灰的影响是: 显著地提高了小洋蘿卜塊莖的汁液中的 pH 值, 但对叶部的液汁 pH 值, 却没有影响。

由各种植物試驗所获得的結果可知, 硼素对植物汁液 pH 值的影响表現得很不一致。稳定的、經常的植株汁液的 pH 值, 被硼降低的現象, 只能在人为的条件下在植株体外發現到, 这就是說, 当硼化合物不是施入土壤中, 而是直接加到植物所分泌出的汁液中, 而且比因施用硼肥, 而从土壤中进入植株中去的硼化合物的量高好多倍时。

在施用石灰的土壤中, 植物对硼肥的反映在頗大程度上决定于植物的生物学特性。根据全苏肥料、农業技术、农業土壤学研究所石灰實驗室和白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院社会主义农業研究所的研究結果, 大多数农作物可以分为三組。第一組是那些对施用石灰有良好反映的植物, 对这些植物來說, 硼素肥料具有作为加强石灰良好作用因素的意义。大部分农作物是屬於这一組, 例如車軸草、苜蓿和其他豆科作物, 飼用甜菜、食用甜菜、糖用甜菜、胡蘿卜和其他

塊根植物、亞麻、罌粟和其他油料作物及甘藍。第二組是当石灰施用数量不超过大多数农作物的标准量时，反映已很坏的植物。对这些植物來說，硼素肥料主要是減弱，直到完全消除石灰恶劣影响的因素；羽扇豆、烏足豆、馬鈴薯、亞麻、白芥屬就是这一类的植物。第三組植物对施用石灰具有良好的反映，但施用硼素肥料沒有重大的意义。大多数的禾本科谷类作物和禾本科牧草属于这組，大麦、玉米、分枝小麦除外。

施用石灰时，硼素的良好影响在植物的繁殖器官方面表现得特別明显。这种良好影响可以从白俄罗斯苏維埃社会主义共和国社会主义农业研究所的一个盆栽試驗的材料看出来。大麦的試驗設置在“五一”国营农場的酸性灰化中度粘壤土上。現將材料列入表 7 中。

表 7 当土壤中施用石灰的条件下硼素对大麦产量的影响是
依据石灰量为轉移的(NPK作底肥)

試 驗 处 理	地上部植株的 总产量		籽 粒		蘖 桿	
	克/盆	%	克/盆	%	克/盆	%
对照	3.7	8	—	—	3.7	12
CaCO ₃ :						
1гк.	43.9	100	18.3	100	29.6	100
1гк.+硼	45.5	104	22.5	123	23.0	78
2гк.	51.5	116	0.4	2	50.8	171
2гк.+硼	52.7	120	26.1	143	26.9	91

表中所列材料証明，施用石灰的土壤中硼素在大麦籽粒方面的高度效果。并且当石灰量高的情况下硼素的良好影响比最低量时表现得强烈得多。当石灰量很高的情况下由于施用了硼素曾获得了大麦籽粒的最高产量，但当未施硼素时，在同样石灰量的情况下籽粒的产量特別低。相反地，在硼素的影响下蘖桿的产量降低了，特别是在石灰量很高的情况下。

在社会主义农业研究所河口“устье”(白俄罗斯苏维埃社会主义共和国威切比斯克省)中央试验站所进行的[Т. И. 捷恩喀维奇(Зенкевич)]红車軸草大田試驗中,在施用石灰的灰化土壤中同样也观察到了硼素的显著良好作用。这一試驗是在酸性强灰化、中度粘壤土上进行的。在施用石灰而未施用硼素的土壤中,車軸草种子的产量是0.97公担/公顷,而当施用硼素肥料时是2.90公担/公顷,也就是说在硼素的影响下,車軸草种子的产量增加兩倍。

当栽培收获种子的車軸草时,由于硼素的高度有效性,近年来在农业生产中应用了硼鎂硫酸肥料(бормагниево́й сульфат),以便提高車軸草种子的产量。当栽培收获种子的車軸草以及为了提高其他作物的产量,首先是蔬菜作物,特别是当土壤中施用石灰的条件下必须广泛地应用硼素肥料。

当灰化土壤中施用石灰时,在硼素的影响下种子产量的提高不仅决定于單株种子数量的增加,并且还决定于其千粒重。在硼素的影响下同样还能增加食用甜菜种球中能够發芽的种子数目。在我们的一个未施硼素肥料的盆栽試驗中食用甜菜的15个种球有35个幼苗,而当往土壤中施用硼素的情况下同样种球的数目則有49个幼苗。

不論是硼素,或者石灰都是具有强烈影响的外界因素,都能影响植物有机体的本性——影响种子和种用塊根的生物学(播种的)品質。在这一方面施用石灰的良好影响仅当营养环境中含有足量的鎂时才能表現出来。所以在吸收性土壤复合体中和土壤溶液中鎂不足时,只有当施用的石灰肥料中含有大量鎂时石灰的良好影响才能表現出来。如果往土壤中施用的石灰肥料未含有大量鎂的混合物,那么石灰还会对种子和种用塊根起不良的影响。在这些情况下用混合施入鎂和硼的方法可以減輕,甚至完全消除碳酸鈣的不良影响。

硼素对种子生物学品質的良好影响表现在以下方面:增加种子的大小和重量、提高种子的發芽率,發芽势和生長势、由于硼素肥料而提高植株的結实能力、生長出整齐一致的幼苗,在生長期間改善幼

齡植株的發育和生長以及获得高額單位面积产量。这些在全苏肥料、农业技术、农业土壤学研究所石灰实验室和白俄罗斯苏维埃社会主义共和国科学院社会主义农业研究所的各种农作物——食用甜菜、飼用葫蘿蔔、小洋蘿蔔、番茄、亞麻薺、罌粟、玉米、蕎麦、大麦、春小麦、紅車軸草的試驗中已观察到。

在酸性灰化土壤中施用石灰和硼的影响下，所提高的种子和种用塊根的生物学品質，是能够在数年期間遺傳到植物后代中去，这一点完全附合米丘林、李森科(李森科 1944)学說的基本原理。这在 1945—1949 年的玉米盆栽試驗中表现得特別明显(О. Э. 喀德罗娃-济赫曼和 А. Н. 科日夫尼科娃)。

在 1945 年設置的盆栽試驗中，由于石灰肥料中含有鎂以及施用了硼素，闡明了季米里亞捷夫农学院森林別墅的酸性灰化砂壤土上施用石灰对“北方女少先隊員”品种玉米产量的影响。应用碳酸鈣和碳酸鎂化学純制剂作为石灰肥料。硼是以硼砂状态施入的，用量是 1 公斤干土 1 毫克硼(表 8)。

試驗結果指出，在施用石灰的影响下，不仅提高了总的收获物和玉米籽粒的产量，而且还提高了种子的千粒重。同时在施用碳酸鈣和碳酸鎂混合物的情况下，石灰对籽粒产量的良好影响比在单独施用碳酸鈣表现得更好。施用碳酸鈣再施用硼素能显著地提高总收获

表 8 在土壤中施鎂和硼的同时再施入石灰时对玉米产量的影响

(NPK作底肥)

試 驗 处 理	总 收 获 量		籽 粒 产 量		种子千粒重 (克)
	克/盆	%	克/盆	%	
对照	113.0	100	35.8	100	113.8
CaCO_3 :					
1г.к.	138.0	122	44.8	125	137.6
$1/2\text{г.к.} + \text{MgCO}_3, 1/2\text{г.к.}$	139.0	123	52.2	146	145.8
1г.к. + 硼	152.0	135	52.8	147	136.2

物和籽粒产量。

把从1945年各种試驗处理的植株上收获的种子于1946年播种在相同条件的盆栽試驗中(和1945年相同的灰化土壤),获得了以下結果(表9)。

表9 微量元素对1945年所获得的玉米籽粒产量的影响
(1946年的盆栽試驗)

試 驗 处 理	总 产 量		籽 粒 产 量		种子千粒重 (克)
	克/盆	%	克/盆	%	
对照	95.9	100	20.4	100	162.8
CaCO ₃ :					
1г.к.	128.2	128	29.1	143	188.9
1/2г.к. + MgCO ₃ , 1/2г.к.	131.6	137	43.5	213	191.5
1г.к. + 硼	160.7	167	36.9	181	251.9

1946年的試驗材料指出,1945年的各种試驗处理的种子,按其生物学品質說(單位面积产量)相互間显然不同。从1945年土壤中施用石灰的所有处理的植株上收获下来的种子,在1946年获得了比較高的总产量和籽粒产量,并且千粒重也比在未施用石灰的高。同时,在1945年施用碳酸鈣和碳酸鎂試驗处理中植株的种子所获得的籽粒产量也比单独施碳酸鈣处理的种子产量高。在施用碳酸鈣和硼素肥料土壤中的植株所生产出的种子也比仅仅施用碳酸鈣而未施硼素的土壤中的植株种子获得了較高的总产量、籽粒产量以及千粒重。

因此,1945年和1946年的試驗結果指出,酸性灰化土壤中施用石灰不仅对植株籽粒产量的大小,而且对其品質都有很强烈的影响,并且在土壤中施用石灰的条件下再施用鎂和硼素还能促使种子的生物学品質获得改善,因之就提高了單位面积产量。

將1946年各种試驗处理中收获的种子在1947年播种在相同条件的盆栽試驗中,以便闡明在1945年施用各种肥料的影响下所获得的

种子生物学品質的改善程度,能否稳定下来,并且闡明这些已改善的品質,能否遺傳給后代。

用相同的方式把1947年的各种試驗处理的种子于1948年播种在同样的条件下,而1948年的試驗所收获的种子也以相同办法在1949年播种了。这些試驗証明,在1945年施用鎂和硼素的影响下所改善的种子生物学品質是能够一代代地遺傳下去,并且甚至在1949年还能表現出来;而在单独施用碳酸鈣所改善的种子品質,从1948年起就不再傳遞給后代了。現將1949年試驗的产量材料列入表10中。

表 10 微量元素对玉米种子产量的影响
(1949 年的盆栽試驗材料)

試 驗 处 理	总 产 量		种 子 产 量		种子千粒重 (克)
	克/盆	%	克/盆	%	
对照	127.4	100	32.0	100	150.0
CaCO ₃ :					
1r.k.	140.0	110	30.9	97	151.7
1/2r.k. + MgCO ₃ , 1/2r.k.	156.8	123	41.1	128	165.7
1r.k. + 硼	149.7	118	45.1	141	174.5

就是在全苏肥料、农業技术、农業土壤学研究所石灰实验室的食用葫蘿蔔試驗中也观察到了,在施用硼素和其他肥料的影响下,种子的生物学品質和种用塊根的生物学品質对植株后代的遺傳。

因此,在施用石灰的酸性灰化土壤中施用硼素也和施用鎂一样,能够对植物有机体的本性起强烈的影响,因而种子和种用塊根的生物学品質就能改善,并且这些已改善的品質还能遺傳若干代。

在施用石灰的酸性灰化土壤中,硼素肥料对植株的化学成份起着强烈的影响,并且正确地应用时植株还能有效地利用而改善收获物的品質。硼素能促使塊根植物根部含糖量提高,还能提高番茄和其他植物果实中的含糖量;能促进馬鈴薯塊莖中淀粉的积累;能促进橡膠草的根部积累橡膠;能促进种子积累脂肪以及各种植物中积累

維生素 B 和 C。在施用未含大量鎂的石灰肥料时,施用硼素肥料特別合适,因为在碳酸鈣的影响下,植株中糖和淀粉的含量会降低。利用施用硼素肥料的方法就能減輕或者完全消除碳酸鈣对收获物品質的上述惡劣影响。这一点已为全苏肥料、农業技术、农業土壤学研究所石灰实验室的一个盆栽試驗材料所証实。这个試驗选用了季米里亞捷夫农学院森林別墅的酸性灰化砂壤土。用化学純制剂碳酸鈣和碳酸鎂作为石灰肥料;硼素是以硼砂态施入的,用量是 1 公斤干土 1 毫克硼。在施 PK 底肥的米特介尔立賀 (Митчерлих) 容器中研究了石灰和硼素的影响,重复四次。收获后测定了根部糖分的含量(表 11)。

表 11 在施用石灰的土壤中硼素对胡蘿蔔根的产量,以及对其中糖分的积累的影响
(以 NPK 作底肥)

試 驗 处 理	葫蘿蔔根的产量		根內糖的含量	产量中糖的含量	
	克/盆	%	(%)	克/盆	%
对照	177	100	9.4	16.8	100
CaCO ₃ :					
1г.к.	399	225	7.6	30.9	181
1/2г.к. + MgCO ₃ , 1/2г.к.	452	253	9.3	41.9	251
1г.к. + B	457	258	9.7	44.5	267

从表 11 的材料中可知,在酸性灰化土壤中單施用石灰以及施用石灰再施鎂和硼对食用葫蘿蔔根的产量以及根中糖分的积累都有很强烈的影响。在碳酸鈣的影响下葫蘿蔔根的产量提高了。以鎂来代替石灰肥料中的一部分鈣以及在土壤中施用硼素的同时再施用碳酸鈣都能进一步提高葫蘿蔔根的产量。在碳酸鈣的影响下葫蘿蔔根部的含糖量降低了,但是因为根部产量的显著提高(提高了 1.5 倍),总糖量还是提高了很多。在鎂和硼素的影响下不仅提高了含糖量的百分比,并且也提高了产量中的总糖量。

在白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院社会主义农業研究所

进行的盆栽試驗中,施用石灰的酸性灰化土壤中,施硼能使橡膠草根中的橡膠含量从6.26%提高到7.20%。

施用石灰的酸性灰化土壤中,硼素对农作物的良好影响只能在营养环境中具有充足的鎂时才能够完全表现出来。这一点已为全苏肥料、农業技术、农業土壤学研究所石灰实驗室(M. B. 但科娃-阿諾兴娜)的盆栽試驗結果所証实。这試驗設置在留別列茨基(Люберецкий)試驗地(莫斯科省)的酸性灰化砂壤土中;鹽悬濁液的 pH 是 5.0;水解酸度,100 克干土 2.4 毫克当量。石灰是以化学純制剂碳酸鈣和碳酸鎂施入的,硼是以硼酸施入的,每 1 公斤干土中施入 1 毫克。施入 NPK 底肥,硼素和石灰的作用,以种子产量計算,結果列入表 12 中。

表 12 在施用石灰的土壤中硼素对烏足豆种子产量的影响依据石灰肥料中鎂的含量为轉移

試 驗 处 理	种 子 产 量	由于硼素而增加的产量
	克/盆	
無石灰,無硼素	5.3	—
硼素	1.1	4.2
CaCO ₃ :		
1г.к.	3.5	—
1г.к.+硼素	7.0	3.5
1/2г.к.+MgCO ₃ , 1/2г.к.	11.0	—
1/2г.к.+MgCO ₃ , 1/2г.к.+硼素	18.1	7.1

所列入的材料指出,硼素作用的不同表現取決于:第一,施入石灰与否;第二,石灰肥料單是碳酸鈣,还是碳酸鈣和碳酸鎂的混合物。在未施用石灰的土壤中,硼使烏足豆的种子产量急剧地降低。相反地,在施用石灰的土壤中,施用硼时比未施用硼肥获得了相当高的种子增产量。同时,施用碳酸鈣和碳酸鎂混合物的情况下,由于硼素而增加的产量要比單独施用相当量的碳酸鈣的高 1 倍。土壤中施用碳酸鈣和碳酸鎂混合物时硼素的有效性比在單独施用碳酸鈣时大的原

因可以解釋为：在吸收性土壤复合体和土壤溶液中鎂能促进建立起較适于植物生長和發育的鈣和鎂的对比关系。在单独施用碳酸鈣时，沒有这种鈣和鎂的适当对比关系，所以硼素的良好影响就不能够完全表現出来。

但是，当在土壤中施用大量鎂时（超过規定量），在鎂的影响下，土壤硼的有效性增加了，因此对硼肥的要求就会降低。根据这一点，当在土壤中施用碳酸鈣以及施用2Г.К.碳酸鈣鹽和碳酸鎂鹽混合物的同一个試驗中，烏足豆种子的增产量在第一种情况下是5.57克/盆，而在第二种情况下是3.52克/盆。

施用石灰的酸性灰化土壤中，硼素的良好作用和鎂的作用一样在很多方面都能表現出来，尽管这些元素的化学特性相互間显然不同。这一点首先表現在：当土壤中施用石灰的条件下，根据对鎂的反映农作物也像施用石灰的条件下对硼的反映一样，可分成三組。初步看来，这种奇異的現象可以这样解釋：無論硼和鎂都能显著地加强植物有机体中还原剂作用的特性和积累碳水化合物。

在施用石灰的灰化土壤中，硼素对农作物产量的良好影响，通过叶子施硼和播种前用硼溶液浸种也能够表現出来。除了在土壤中施硼肥外，这两种方法都应当在农業生产中应用。当在土壤中施用硼时，除了在农作物播种前在全部地段上撒施硼肥的方法外，还可以在生育末期在小圓穴內施入硼肥（这种施法比一般的施用数量要降低 $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ ），小圓穴要距离植株10—12厘米。全苏肥料、农業技术、农業土壤学研究所石灰實驗室在季米里亞捷夫农学院蔬菜試驗站大田中所进行的試驗：在葫蘿蔔采种区采用这种局部施肥时，硼对葫蘿蔔种子的产量，每100棵植株从4.6公斤提高到6.0公斤。

在酸性灰化土壤中施用石灰时，硼素对农作物产量的良好影响不仅在播种前施用硼素时，并且在生長末期施用时也能表現出来。这一点已被白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院社会主义农業研究所紅車軸草盆栽試驗的上述結果所証实。試驗是于兩年期間在“五一”国营农場的灰化土壤中进行的。硼用硼酸在3个时期施入土

壤中(第1个时期——播种前;第2个时期——播种后1个月;第3个时期——开始孕蕾时)。在第一年的产量收获后将盆鉢埋入土中过冬。在第二年研究硼素和石灰对第二年生长出的越冬車軸草产量的后效。这一試驗的結果列入表13中。

表13的材料指出,当土壤中施用石灰而种植紅車軸草时,硼素的良好影响無論是在車軸草的青植株方面或是在这一作物的种子方面都能表現出来,并且,这一良好影响不論是在播种前施用硼素还是在生長晚期——直到孕蕾期和开花开始时施用都能表現出来。而以分3期重复施入法——播种前,播种后1个月和孕蕾开始时,硼素对提高产量,特別是种子的产量达到最高額。

表 13 在土壤中施用石灰的条件下硼素对紅車軸草产量的影响
是根据硼素的施用期为轉移的
(NPK作底肥)

試 驗 处 理	1937年		1938年					
	总 产 量		总 产 量		种 子		叶 和 莖	
	克/盆	%	克/盆	%	克/盆	%	克/盆	%
对照	0.4	1	0	—	0	—	0	—
$\text{CaCO}_3, 1\text{г.к.}$								
無硼	41.0	100	34.8	100	3.6	100	31.1	100
硼,第1期	42.1	103	42.7	123	4.9	134	37.9	122
硼,第2期	41.6	101	44.0	127	5.6	155	38.4	123
硼,第3期	44.8	109	44.1	127	6.2	171	37.9	122
硼,第1,2,3期	45.4	111	46.8	134	6.9	188	39.9	128

硼素对土壤内进行中的微生物学过程有影响。在硼素肥料的影响下,硝化作用加强了,豆科植物根部的根瘤数量增多了,当微生物羣落成份急剧改变时,植物根际的微生物总数量也显著地提高了。根据白俄罗斯苏維埃社会主义共和国农业科学院社会主义农业研究所和全苏肥料、农业技术、农业土壤学微生物实验室[П. И. 茹科夫斯卡娅(Жуковская)]所进行的研究材料,当酸性灰化土壤中施用石灰

时,在硼素肥料的影响下 1 克土壤中菜豆根际根瘤菌的数目从 800,000 个提高到 2,010,000 个,也就是提高了 1.5 倍,而 1 克土壤中的霉菌则从 170,000 个减少到 150,000 个。从这些材料中可以看出,在土壤中不施用石灰时菜豆根际根瘤菌的数目和霉菌数目的比例是 4:7,而在施用石灰的条件下是 13:4。因此,在硼素的影响下不仅菜豆根际的微生物总数量显著地增加了,而且微生物羣落的成份也改变了。

当土壤中施用石灰时,硼素的施用影响到其它营养元素进入到植物体中,影响到这些营养元素在植物各个器官中的积累和扩散。

所引用的試驗結果指出,植物产量中的灰分和各种营养元素的含量在大多数情况下,受到硼素的影响而降低了。但是,按照我們的試驗,当酸性灰化土壤中施用石灰时,硼素肥料的应用对植物各个器官中灰分和营养元素含量的影响是不相同的。在硼素的影响下叶子中灰分和其它营养元素的含量(例如鈣和鎂)虽然还能提高但在植物其他器官中这些物質含量是降低的。例如,这种現象在全苏肥料、农业技术、农业土壤学研究所石灰实验室[М.В.但科娃-阿諾兴娜, А.Н.捷姆列美尔斯卡娅(Землемерская)]所进行的馬鈴薯盆栽試驗中也观察到了。試驗結果列入表14中。

根据表14的材料,在硼素的影响下馬鈴薯叶子的灰分显著地提高了,可是馬鈴薯的总灰分及根部和莖部的灰分都降低了。在这一試驗中,在植物各个器官中的鈣和鎂含量方面也發現了相同的情况。

全苏肥料、农业技术及农业土壤学研究所石灰实验室(И.Д.彼得罗夫)的一个盆栽試驗結果証明了,当飼用甜菜感染塊根心腐病时,在高量石灰的影响下硼素有良好作用。試驗用的是“礼拜日”国营农場的酸性中等粘壤灰化土;鹽提出液的 pH 是 4.40;100 克干土中的水解酸度是 6.71 毫克当量。在这一試驗中石灰是以化学純碳酸鈣施入的,用量有兩種:一和二個水解酸度;硼素是以硼酸施入的,每 1 公斤干土中施入 1.5 毫克硼素。当时在高量石灰盆中的植株感染了塊

根心腐病。試驗的結果列入表15中。

表 14 在酸性灰化土壤中施用石灰时硼素对馬鈴薯产量的影响以及
对这一作物各种器官中灰分的影响

植 株 器 官	試 驗 处 理	产量(干物質)		灰分(%)
		克/盆	%	
根	对照	16.4	100	25
	石灰	36.7	225	30
	石灰+硼	44.1	269	22
叶	对照	16.8	100	17
	石灰	20.5	122	13
	石灰+硼	21.9	126	16
莖	对照	9.4	100	12
	石灰	12.8	136	10
	石灰+硼	16.1	171	9
总产量	对照	42.6	100	19
	石灰	70.0	164	22
	石灰+硼	82.1	193	18

表 15 在酸性灰化土壤中施用石灰的条件下,当飼用甜苣感染塊根心腐病
时硼素对其产量的影响

試 驗 处 理	根 产 量	
	克/盆	%
对照	272	100
硼	419	154
CaCO ₃ :		
1г.к.	478	176
1г.к.+硼	571	210
2г.к.*	205	75
2г.к.+硼	580	213

* 感染塊根心腐病。

因之,在所有的情况下硼素都对甜菜的产量发生了良好的作用。在低量石灰的处理中根的产量同样显著地提高了。在高量石灰的处理中發現根部感染了心腐病,所以产量不仅未提高,反而急剧地降低了。但是,当施用石灰的同时再施用硼素时,就是在高量石灰的处理中甜菜根部也未感染心腐病,而根部的产量不仅比对照盆中的产量提高了很多,而且比低量石灰处理盆中的产量也急剧地提高了。在这种情况下在該試驗中获得了最高的甜菜根部产量。

硼的良好作用也可作为在土壤中施用石灰时防止馬鈴薯瘡痂病的措施,季米里亞捷夫农学院[X.K. 阿薩罗夫 (Асаров)]农业化学教研室的一个盆栽試驗中明显地表现出这点。这个試驗是在留別列茨基試驗地(莫斯科省)的酸性灰化砂壤土中进行的。按照处理,碳酸鈣和碳酸鎂作为石灰肥料,用了两种剂量:一个和二个水解酸度。硼素是以硼砂施入的,一公斤干土中施入硼素 1.5 毫克。試驗結果列入表 16 中。

在低量石灰肥料的处理中,单独施用碳酸鈣,發現馬鈴薯塊莖感染了瘡痂病;在混合施用碳酸鈣和碳酸鎂时沒有發現感染瘡痂病。在高量石灰的处理中,不仅单独施用碳酸鈣时,而且在施用了碳酸鈣和碳酸鎂的混合物时,瘡痂病的感染都表現得很严重,但在混合施用碳酸鈣和碳酸鎂时感染瘡痂病的程度略低一些。当將硼素施于低量石灰的土壤中时完全沒有發現馬鈴薯感染瘡痂病,而在高量石灰的处理中染病的塊莖比那些未施硼的盆中輕得多。

从上述以各种农作物在各种土壤中所进行試驗的結果可以看出,在酸性灰化土壤中施用石灰时硼对作物表現了多方面的作用。因此必須指出,当往土壤中施用石灰时硼素的作用在頗大程度上是以这一石灰肥料中的鎂量为轉移的。鎂和硼素的作用在很多方面表現得很相似;此外,鎂能使土壤硼素轉化为植物能吸收的状态。所以在土壤中施用石灰时,石灰肥料中沒有大量鎂的話,对硼素的需要性就比有鎂时要迫切些。同时在土壤中鎂不足时(在吸收性复合体中和土壤溶液中)硼肥的效力就不能充分表現出来。在以前的很多工

表 16 在酸性灰化土壤中施用石灰时硼对馬鈴薯感染瘡痂病的影响

試 驗 处 理	塊莖感染瘡痂病的数量(%)	
	無 硼	有 硼
对照	—	—
CaCO ₃ :		
1 г. κ.	18	—
1/2 г.κ. + MgCO ₃ , 1/2 г.κ.	—	—
2 г. κ.	100	28
1 г. κ. MgCO ₃ , 1 г. κ.	37	18

作中,土壤中施用石灰时对硼素有鎂存在时的習性是忽視的,这是在土壤中施用石灰的条件下关于硼素对农作物影响問題的試驗研究材料中間造成結論互相矛盾的主要原因之一。因此,在农業生产中施用石灰和硼素于灰化土壤中时,必須估計到这一点。

在党和政府的一系列決議中,指出了在酸性高的土壤中,施用石灰具有最重要的意义。根据这些決議,我們国家中施用石灰的土地面积將以最大的速度一年比一年地扩大起来。由此硼素肥料在这急剧扩展的面积上將产生特別高的效果。必須注意到,施用石灰的土壤上必將显著地提高农作物的产量,由此,在这些土壤中將急剧地感到硼素的不足。

估計到这一点就必須在我們国家于最近期間迅速扩大硼素肥料的施用范围,以便为了提高集体农庄和国营农場土地的單位面积产量而最充分地利用那些良好条件,这些良好条件將由于实现了政府决定在酸性土壤中施用石灰的計劃而創造出来。

为了完成这一重要任务就必須大規模地生产硼素肥料来满足我国农業的实际需要。

結 論

1. 灰化土壤中施用石灰时硼素对农作物的生長、發育和产量有良好作用。同时不仅能加强施用石灰的良好作用,并且还能減弱,以

致完全消灭,对这一作物来说,过高量石灰的不良影响。

2. 灰化土壤中施用石灰时和在土壤中原来就含有大量石灰的土壤中,硼素对农作物的良好影响都比在酸性土壤中不施用石灰时表现得强烈一些。然而就是在未施用石灰的酸性土壤中硼素也能显著地提高那些对硼素肥料敏感的作物的产量。

3. 土壤中施用石灰时硼素的良好影响随着石灰量的提高而加强。

4. 土壤中施用石灰时硼素的良好作用在作物的生殖器官以及根和块茎方面都比在营养器官方面表现得强烈些。

5. 在硼素影响下种子产量的提高乃是种子数量增多以及种子千粒重提高的结果。

6. 硼素和镁不仅能提高种子和块根作物根部的产量,并且还能改善种子及种用块根的生物学品质,特别是能提高其单位面积产量。

7. 当营养环境中含有大量镁时,酸性灰化土壤中施用石灰还能改善种子的生物学品质。

8. 在肥料的影响下(石灰、镁、硼素)种子和种用块根的改善了的生物学品质能够在数年期间一代代地遗传下去。

9. 当施用石灰的灰化土壤中施用硼素时能对植物的化学成分起剧烈的影响,特别是在所施用的石灰肥料中未含有大量镁的条件下则更显著。同时还能提高叶子中叶绿素的含量、根部和其他植物器官中的含糖量、马铃薯块茎中的淀粉含量、橡胶草根部的橡胶含量、种子中的脂肪含量、各种植物中维生素 A 和 C 的含量。

在施用石灰的酸性灰化土壤中,正确地施用硼素可以作为改善农作物产品质量的因子。

10. 在土壤中施用石灰时硼素能够影响到植物各种器官中其他营养元素的积累和扩散。

11. 在主要含有碳酸钙(或者氧化钙)的石灰肥料的影响下总收获物和叶子中硼素的含量急剧地降低了,而在施用硼素同时施用石灰时则急剧地提高了。不论是土壤中施用石灰或是施用硼素肥料对

种子中硼素的含量都無重大的影响。

12. 在土壤中施用石灰和硼素肥料的影响下, 依据植物的生物学特性和石灰及硼素在各种条件下对植物的作用, 植物汁液的反应能够降低、提高或者仍旧不变。

13. 当土壤中施用石灰时, 在各个方面(产量的高低, 植株的化学成分、种子的生物学品质)硼素对植物的多种作用是依据于吸收性土壤复合体中和土壤溶液中以及石灰肥料中镁的含量为转移的。

14. 当土壤中施用石灰时硼素在各个方面对植物的影响和镁的影响方向是相似的。这可以解释为: 这两个元素和钙相反, 能够显著地加强植物有机体中的还原作用和碳水化合物的积累。

15. 当酸性灰化土壤中施用石灰时, 石灰对土壤硼化合物对植物的移动性和可吸收性所产生的影响, 和钾、硼对植物有机体中所发生的各种过程的影响, 都是硼素对农作物的生长、发育和产量起良好作用的先决条件。

16. 在酸性灰化土壤中, 施用石灰对硼化合物对植物的移动性和可吸收性的影响, 乃是在石灰的作用下土壤中发生化学的和微生物学的过程的结果。

17. 施用石灰对土壤硼化合物对植物的移动性和可吸收性的影响是以石灰肥料中镁的含量为转移的。石灰肥料中所含的钙能使硼化合物的活动转向缓慢状态, 相反地, 镁能使其活动转向迅速状态。

18. 当酸性灰化土壤中施用石灰时, 硼素具有作为防止在施用石灰条件下所蔓延的病害(心腐病和糖用甜菜块根的中空以及其他块根类作物根部的中空, 马铃薯块茎瘡痂病的感染, 亞麻細菌病)的措施。

19. 在酸性灰化土壤中施用石灰时硼素对土壤微生物的生命活动还有影响。在硼素肥料的影响下, 硝化作用加强了, 植物根部的根瘤数量增多了, 当微生物羣落組成急剧变化的情况下植物根际微生物的总数量提高了。

20. 在酸性灰化土壤中施用石灰时, 当通过叶子施用硼素和在播

种前于硼素化合物的溶液中浸种时同样能表现出硼素对农作物的良好影响。

21. 在酸性灰化土壤中施用石灰的条件下, 硼素对农作物产量的良好影响不仅在播种前施用硼素时能够表现出来, 并且在生长后期时施用同样能表现出来。

22. 由于按照党和政府即将扩大灰化土壤中施用石灰的面积的决定, 必需在最近时期内供给农业大量的硼素肥料, 并在集体农庄和国营农场的田地上大规模地应用硼素肥料。

参 考 文 献

- Асаров Х. К. 1949. Значение магния и бора при известковании почвы под картофель. Тр. ТСХА. М.
- Бобко Е. В. 1940. Эффективность и условия применения бора и других микроудобрений. Сб.: «Результаты научно-исслед. работы ВИУАА за 1938—1939 гг.». М.
- Бобко Е. В. и Панова А. В. 1940. О влиянии борной кислоты на реакцию растительных материалов. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 21.
- Каталымов М. В. 1948. Значение бора в земледелии СССР. Сельхозгиз.
- Кедров-Зихман О. К. и Данкова М. В. 1940. К вопросу об известковании почвы при возделывании сераделлы. Хим. соц. земл.
- Кедров-Зихман О. К., Кедрова-Зихман О. Э. и Савицкая А. И. 1940. Действие и последствие бора при известковании почв. Изв. НА БССР.
- Кедров-Зихман О. К. и Кедрова-Зихман О. Э. 1942. Влияние извести и микроэлементов на урожай кок-сагыза и каучуконосности. Докл. ВАСХНИЛ.
- Кедров-Зихман О. К. и Коворков А. И. 1947. Действие доломитовой муки в связи с применением бора на урожай кормовых культур. Докл. ВАСХНИЛ.
- Кедров-Зихман О. К. Кедрова-Зихман О. Э. Кожебникова А. Н. 1948. Влияние известкования на величину и качество урожая сельскохозяйственных растений в зависимости от содержания магния в известковом удобрении и применении бора. Изв. АН БССР.
- Кедров-Зихман О. К. Кедрова-Зихман О. Э. и Кожебникова А. Н. 1949. Влияние известкования почв на урожай сельскохозяй-

- ственных растений в связи с применением магния и бора. Тр. ВИАУАА за 1945—1948 гг.
- Кедров-Зихман О. К. Кедрова-Зихман О. Э. и Кожевникова А. Н. 1946. Действие удобрений на урожай и биологические качества семян кукурузы и гречихи. Изв. АН БССР.
- Лысенко Т. Д. 1944. О наследственности и ее изменчивости. М., Сельхозгиз.
- Пейво А. В. 1941. Микроудобрения под лен. Сб.: «Применение микроудобрений». ВАСХНИЛ, Сельхозгиз.
- Поспелов И. А. 1947. Борные удобрения на подзолистых почвах СССР. Изд. АН СССР.
- Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений в земледелии. Л.
- Яковлева В. В. 1947. Влияние бора на биологические превращения в корнях и в листьях сахарной свеклы. Докл. АН СССР, № 4.

[張旭州譯 陳耕陶校]

論硼的生理作用及不同植物对硼的 需要随环境因素而轉移

M. Я. 什科里尼克 H. A. 馬卡罗娃 M. M. 斯切克洛娃

硼和其他化学元素(鉀、鈣、鉄)是不同的,各种高等植物对它的需要程度有显著的差異。禾本科作物或者說,單子叶植物对硼的需要量往往比双子叶植物所需的少得多。同时也証明,在低溫条件下,或把营养液适当調配一下时——減少磷肥量(标准用量的 $1/16$)或減少氮肥量(标准用量的 $1/16$),和在磷氮肥量同时減少而鉀肥量增加的条件下,植物对硼的需要量就減少。并且确証,在自然条件所常見到的、在氮磷含量高而可給态鉀含量低的土壤上分佈得最多的一些作物病害,若施硼于土壤中即可防治。此外也發現当 pH 为中性和碱性时,煙草对硼的需要量也減少了。

解釋这些極重要因素的原因是需要的。許多相似的試驗研究有利于我們去揭發硼的生理作用。我們要知道:在什么样的外在条件下需硼最少;也要知道:这些外界因素对新陳代謝的作用,以便使我們能說明在一定的生理和生化过程中,那一部分应用到硼。从生理上和生物化学上对需硼少的一方面,禾本科和迫切需硼的另一方面,双子叶植物进行比較研究,可能找到揭發硼的生理作用的綫索。

这种研究不仅有助于解釋硼的生理作用,并且也能依据环境因素而对不同作物制定出施用硼素的科学根据来。此外,这些研究也会揭露出植物兩大类——單子叶植物和双子叶植物的生理与生化上的差異。由于單子叶植物的代表——禾本科和双子叶植物的代表——豆科是牧草混播的成員,因此这种試驗研究將能帮助闡明这些成員的生理和生化特性,并有助于查明牧草混播組成中的某一种作物,在一定的外界条件下枯死的原因,这和草田輪作制的实施有重要

的关系。

我們已經發現了禾本科植物、以及在低溫条件下用水培法栽培的作物对硼需要量減少的一个原因。并且發現硼对普通蒸餾水营养液中的銅有拮抗作用(антагонистическое действие),这个作用証明禾本科要比双子叶植物吸收更多的銅,这也正是禾本科作物对硼需要不多的一个原因。

在这些試驗中还証明,溫度低时,銅的毒性小,也是在低溫条件下对硼需要較少的原因之一。但是,我們認為禾本科植物对銅有大的忍受力,仅仅是需硼少的一个原因。我們曾經提出这样的假設,就是禾本科对硼需要少的主要原因之一乃是当营养液中养分的比例不平衡时,它們受害較輕,并極能适应营养液中一定的营养元素在比例及数量上所發生的变化,首先,能适应提高了的 $NP:K$ 的比例。因此当营养液中元素的平衡受到破坏时,禾本科作物对起平衡作用的硼素,需要得很少。

这个假設是根据文献中所积累的許多事实提出的。这許多事实指出,施用硼素可以消除一些病害(糖用甜菜及飼用甜菜的心干腐病,飼用燕菁的心褐色病,苜蓿的变黄病,苹果的内外木栓化,亞麻的細菌病等),特別是在土壤营养液中無机元素的比例遭到破坏,也就是說,当可給态鉀減少而 $NP:K$ 的比例提高时,所常發現的一些病症。大家都知道,上述的病症我們只在双子叶的代表植物上見到,而在單子叶植物上則完全看不到,甚至当單子叶植物生長在营养液中無机元素的比例失去平衡时,也未發現它們感染上述病症。

还有一些关于作物对硼的需要是依营养液中無机元素的比例为轉移的資料也符合上述的事实。已經确定,当將磷量減少到完全营养液的标准用量的 $1/16$ 时,煙草在無硼的条件下能生長到結实,并且發育得和获得硼素的植株一样,只不过結实不正常而已。一些获得高量鉀的作物(1.5 个标准用量)开始受到無硼的为害要比在無硼的正常混合营养液中培育的作物晚得多。

虽然試驗結果並沒有証实亞麻在結实前無硼就不能生活,但是

在营养液中磷量減少而鉀量增加时,作物的确受害很輕且未枯死,这和在正常的克諾普* (Кноп) 混合营养中培育的植株是不一样的。并且还發現,如果氮量減少得比磷量減少得还多,而增加鉀量时,則会減少植物因缺硼而受的損害。

我們曾在田間用需硼少的小麦和迫切需硼的亞蔬进行試驗,以便驗證下面的假定: 即單子叶植物需硼較少的主要原因之一乃是它們在营养液內的元素不平衡时受害較輕,并能适应营养液中一定的無机元素(首先是 NP:K)的含量及比例的变化。在氮磷含量高而鉀含量不变的溶液中(NP:K 比例高的不平衡溶液)加入 硼素,而在小麦試驗中加入鋅。此外,又專門設計了一个小麦試驗,在这个試驗中,恰恰相反,是在鉀含量高,氮磷含量低的条件下(K:NP 比例高的不平衡溶液),以及在氮磷鉀的含量都高的条件下(NPK 量均高而比例平衡的溶液)施加硼素。試驗研究的目的是为了要闡明,营养液中無机元素的比例被破坏时对产量的影响,以及对于那些在需要硼量上不等的作物的組織內,無机元素比例的影响。

从表 1 和表 2 的材料中完全可以証实我們的假設。

如表 1 所示,單子叶植物的代表——小麦是不同于双子叶植物——亞蔬的,小麦对于 NP:K 比例的破坏有很大的适应力,虽在 NP:K 的比例很高的情况下,它仍能显著提高籽粒产量,而亞蔬在此情况下籽实的产量就显著的降低。硼和鋅主要是在三要素量都很高,并且各元素的比例遭到破坏时,才对籽实的产量有良好的影响。在氮磷量很低($N_1 P_1 K_1$ 和 $N_3 P_3 K_1$)的条件下施入鋅后,甚至于發現籽实产量略有降低,而在氮磷量很高的条件下,則恰恰相反,籽实的产量由于鋅的影响而有显著的提高。这些材料和在卡莫草原所进行的田間試驗的材料是一致的。小麦留捷斯采斯 62 号在氮磷量較高,每公頃 N 为 120 公斤,磷为 90 公斤。而不施鉀的条件下,籽实产量提高得很多,而向日葵在氮磷量高,但不施鉀的条件下,籽实的产量却增加

* 克諾普氏溶液即是在 1 升水中含 1 克 $Ca(NO_3)_2$, 0.25 克 KH_2PO_4 , 0.25 克 $MgSO_4$, 0.125 克 KCl 和少許 Fe_2Cl_6 的溶液——譯者註。

表 1 不同比例的氮磷钾及微量元素对于小麦及亚麻产量的影响
(干 物 重)

試 驗 处 理	小 麦				亞 麻			
	莖 和 叶		种 子		莖 和 叶		种 子	
	克	%	克	%	克	%	克	%
$N_1P_1K_1^*$:								
对照	22.20	100	6.54	100	27.71	100	10.87	100
硼, 1毫克/1公斤	24.39	110	8.08	123	25.49	92	10.32	95
锌, 3毫克/1公斤	22.55	101	6.33	97	—	—	—	—
$N_3P_3K_1$:								
对照	29.51	133	10.97	167	28.50	103	9.45	87
硼, 1毫克/1公斤	29.33	132	11.72	176	27.20	98	10.74	99
锌, 3毫克/1公斤	30.54	137	10.74	164	—	—	—	—
$N_5P_5K_1$:								
对照	27.48	124	13.73	210	29.07	105	9.40	86
硼, 1毫克/1公斤	23.34	104	15.62	239	29.16	105	10.31	95
硼, 2毫克/1公斤	22.41	100	14.46	221	27.84	100	10.35	95
锌, 3毫克/1公斤	25.50	114	15.84	244	—	—	—	—
锌, 6毫克/1公斤	25.91	117	15.04	230	28.38	102	10.05	92
$N_1P_1K_3$:								
对照	24.45	110	9.65	147	—	—	—	—
硼, 1毫克/1公斤	24.33	110	10.37	158	—	—	—	—
$N_3P_3K_3$:								
对照	26.52	119	13.80	211	—	—	—	—
硼, 1毫克/1公斤	27.24	123	14.02	215	—	—	—	—
$N_5P_5K_5$:								
对照	21.70	98	13.80	211	—	—	—	—
硼, 1毫克/1公斤	22.96	103	15.42	236	—	—	—	—

* 肥料定量: 每个装7公斤土壤的盆钵内施 0.5克 $N_1P_1K_1$ 。

得很少。

表2中引証的是小麦和亚麻的茎叶中N, P_2O_5 , K_2O , MgO , CaO 和 Fe_2O_3 含量的化学分析。

看起来,亚麻是不同于小麦的,其叶中含有相当多的钾、镁、磷、钙。但相反地氮含量却很低。似乎不仅是亚麻如此,即一般双子叶植物中钙磷钾的含量也是较高的。

当NP:K的高比例被破坏时,在需要硼素的亚麻作物上,随着它

的籽实产量的降低,其組織内鉀的含量也显著的減少了,因而使作物内 N:K 比例大大地增長上去。例如,在莖内这个比例提高3倍,在叶中提高1倍多。但小麦在 NP:K 高比例的影响下,其体内 N:K 比例的变化并不大。小麦能稳定地保持住組織内 N:K 的比例。当土壤溶液中 NP:K 的比例被破坏时,單子叶植物能或多或少稳定的保持植物体内 N:K 的比例就說明了,为什么它們和双子叶植物不同,而在自然条件下,土壤中 NP:K 的比例高时,不感染那些施硼后即能消除的病害(在这些場合中硼素起着平衡作用的)。

現有的一些文獻,討論到硼的平衡作用:硼無論在水培条件下,或在土壤栽培的条件下均能減少氮和磷的进入量,而增加鉀的进入量。根据这点,假定在 NP:K 比例增高时,硼所以能起平衡作用,乃是由于它本身具有一种能減少氮和磷的进入量,增加鉀进入量的能力,从而避免了組織内無机元素的比例被破坏的現象。

表2的資料确証并非如此,虽然硼在某些場合下也能減少亞麻中氮的含量,但是減少得很少,对植株的生活力并不能起重大的影响,硼仅在一种場合下能提高鉀的含量,在其余的場合下,甚至反使鉀的含量稍有降低,当土壤溶液中 NP:K 的比例被破坏时,硼并不能降低組織内 N:K 的高比例。因此当土壤中 NP:K 的高比例被破坏时,不能把硼的平衡作用解釋为,硼具有恢复組織内被破坏的元素比例的能力。

同时,在某些場合下,例如,在酸性土壤上,施入大量石灰的情况下,硼能改变無机元素的比例,也能改变組織内 N:K 的比例。

根据我們的意見,在 NP:K 的比例被破坏时,硼所以起平衡作用,是因为硼能很快消除在这些場合中所發現的氮素代謝的破坏現象,另外也因为它在氧化还原过程中有調剂的作用。这些假定是根据下列材料而臆測的。

曾經發現在缺乏硼素的条件下,可溶性氮的含量被提高了。硼增加了蛋白氮的含量。微量元素研究証明:許多沒有获得硼素的植物的細胞都含有多量的氮和碳水化合物,并且酸度也是相当高的。

这点証明,缺硼时,在氮素代謝上所發現的現象和缺鉀时所發生的相类似,鉀在醣类代謝和蛋白質代謝中起着重大的作用。許多研究者的資料都証明,缺鉀时,会使进到植物体内的無机态氮轉化为有机化合物的过程受到阻碍,因此使植物体中聚集了一些無机态氮。無論在缺鉀时或缺硼时,可溶性醣类主要是以葡萄糖形式聚集起来。

非常需要硼素的亞麻(这是这篇文章中所証明的)及其他迫切需硼的植物,在其生命活动器官——叶子中含有很多的鉀,在叶子中进行着有机物質基本的合成作用,同时它們对 $NP:K$ 的高比例是相当敏感的。如众所知,鉀的作用和叶子的机能密切地联系着。鉀影响到光合作用,也影响到醣胶的初期合成作用。

根据布斯洛娃(Буслова)的資料(1950年),从混合营养液中除去氮素时,从来也看不到亞麻和向日葵作物有受害的征象:如尖端叶子無色,和在含氮的营养液中因缺硼而引起的頂芽凋萎現象。当缺乏氮素时,植株的顏色比正常的要淡一些,但是叶綠素还没有受到进一步的破坏,而且植株端梢也沒有枯干。因为仅仅在氮素进入的条件下,缺硼才能进一步的破坏綠色色彩,研究者推断:硼素能完成一种保护作用,防止蛋白質膠体的破坏或是防止在代謝过程中所产生的,并且对綠色素本身起作用的某些含氮中間化合物的有害作用。

1940年,布斯洛娃曾發現鉄和氮素之間是有这种关系的。她証明玉蜀黍作物在缺鉄时所逐漸發生的一种失綠病(хлороз),不仅是因为缺鉄,而且也因为玉蜀黍中有氮素存在的緣故。因缺鉄而引起的失綠病,其病情發展的輕重是从营养液中的含氮量为轉移的。如果从营养液中單單去掉氮素,則不論营养液中有無鉄素的存在,叶色失綠的現象都会中止。在积聚叶綠素的作用上,硼和鉄与氮素是有关的。当植物吸收了氮而未吸收到鉄时,最頂端的叶子就会發生失綠病。在这方面,因缺硼和缺鉄所發生的病征是相似的。而不同之处在于缺硼时,叶綠素的不断破坏常常只限于頂端部位的叶子。这說明在氮素存在的条件下,硼和鉄对代謝的作用有某些相同之处。

在代謝作用中硼和鉄肯定是有相同的作用，这一点已被証明。在混合营养液中加入較多量的鉄时，就可消除無硼的营养液中生長的小麻幼芽，因缺硼而表現出来的生長点凋萎的現象，并保証迫切需硼的作物的根系得以正常的發育。

大家都知道，鉄在氧化过程中是有重大意义的。有人曾提出这样的論断：認為在氧化还原过程中硼和鉄处于相似的地位，以解釋二者具有相同的作用。硼和鉄在氮素代謝作用上的相似之处很可能是与他們在氧化还原过程中的相似作用有关。

在受到缺硼为害的植物体内，碳水化合物和氮素代謝的变化可能是和細胞内正常的氧化还原过程的变化有关的。有关硼素在調节細胞内氧化还原过程的作用的材料日漸增多起来。根据現有的关于

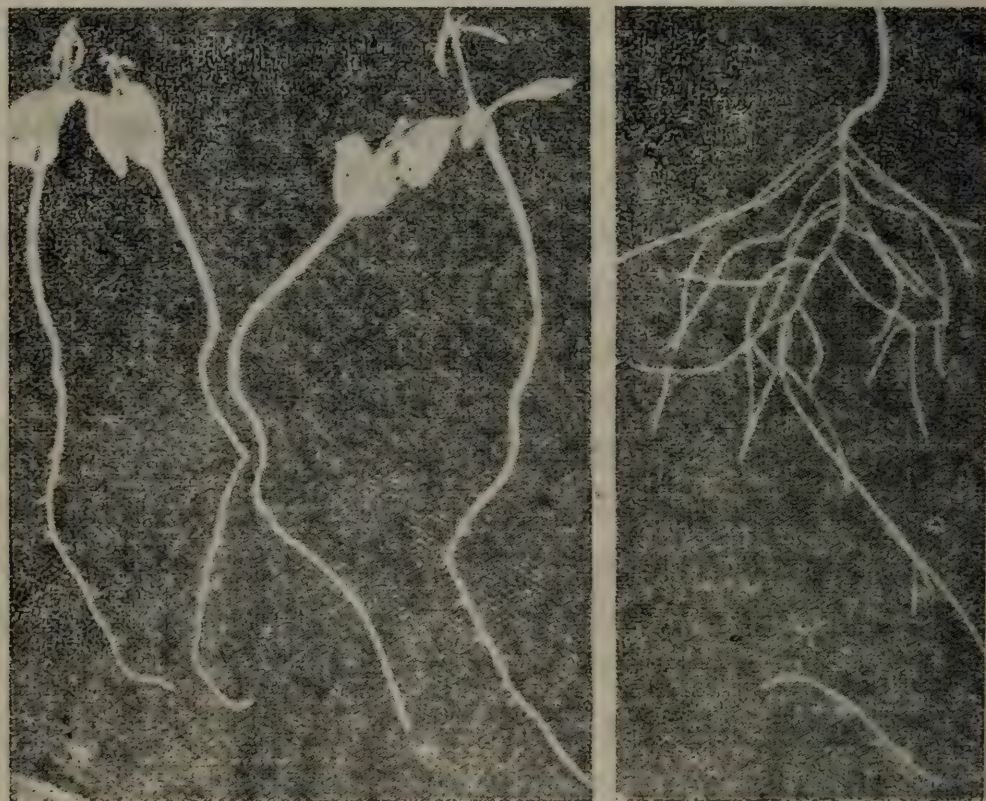


圖 1 亞麻的根系

左——在缺少硼素的克諾普混合营养液中栽培的
右——在有硼素的克諾普混合营养液中栽培的
根据 1933 年的試驗

正常植株和因缺硼而受害的植株組織化学的研究材料，可以得出这样的結論：在受害的植物体内，氧化酶的濃度是相当高的。例如，在因缺硼而受害的植株的組織內發現多酚氧化酶的活动性要比健康植株的組織內的强一些。許多試驗証明，遭受缺硼損害的植物的叶子加强了对氧的吸收。这些結果都是由叶部的叶綠体悬濁液得来的。但增加硼素就可減弱对氧气的吸收。

如众所知，在水培条件下缺少硼素时，則迫切需硼的植物的根系完全不能發育，因为水培液阻碍了根系的通气。亞麻、苜蓿及其他双子叶植物若缺少硼素，其側根也完全不能發育，而成为主根上的一些小凸狀物。施入硼素即能使根系生長得很好，这一点可以从圖 1 中

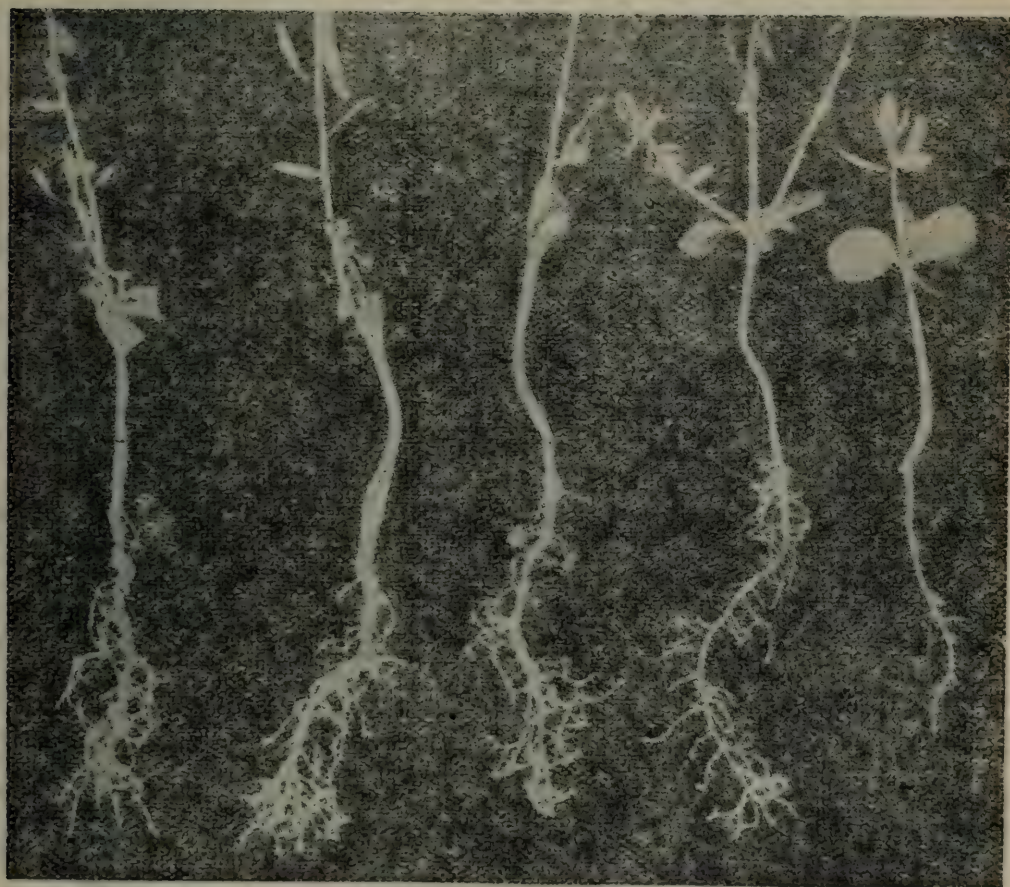


圖 2 亞麻幼苗的根系

在含硼的混合营养液內生長 7 天后去掉硼素。右边第一棵幼苗一点也沒有得到硼素（根据什科里尼克，1939）

看出。在获得硼素的 7 天的植株上,长出了侧根,而以后将其移到缺硼的混合营养液内时,根的生长即告中止,侧根也变得肥厚而成畸形(圖 2)。侧根的尖端特别肥厚。相反地,凡是有 15 天未获得硼素,而其侧根在主茎上呈小凸起的植株,在施用硼素后,很快就能看到它们有健壮起来的象征。后者的根系出现得最早;兩天以后就可以在肥厚的根上看到新形成的根端,其中有許多都長到 1 厘米長,形狀也完全正常。但是在施过硼素經 3 天后,这种现象才特别显明。用显微镜研究証明,加施硼后只經過一晝夜(可能还要早一些),在根内就長出了一層新細胞。

在缺少硼素的条件下,受害的症狀首先表現在根系上,然后在地上部分才表現出来(圖 3)。可以假設,这种現象的原因是根細胞的氧气供应受到阻碍,或因营养液中各元素的比例不平衡而遭到毒害作用。根据已有的認為硼能減少某些元素进入量的材料,在以前的研究內都把上述事实解釋为硼有調节無机元素进入的能力,但以后



圖 3 栽培在水培液中的亞麻幼苗
左一缺少硼素的克諾普营养液中的幼苗
右一有硼素的克諾普营养液中的幼苗

的研究确証虽然硼能影响無机元素的进入，但是它并不能根本改变各元素在組織內的比例。根据硼和鉄的作用有某些相似的事实，特别是在水培条件下通气困难时它們对根系的影响，可以得出这样結論：硼以某种方式在改善着根系的氧气供应的狀況。

为了驗証这一点，我們安排了几个水培試驗，在不含硼素的培养液內加入双氧水。如众所知，双氧水能在氧化接触剂的作用下，使生物学上重要的化合物进行再氧化(第二次氧化)，或者借助于过氧化氢酶的作用被分解为水和分子状态的氧。目前有許多事实証实了 A. H. 巴霍姆(Бахом)多年前所說的假設，即在自动的氧化条件下，作为中間产物的过氧化物，能呈有机过氧化物态或双氧水态。

試驗是在 8 月 6 日設置的，用水培法將亞蘿栽培在容积为半公升，并裝有克諾普混合营养液的瓶子里。試驗內研究了不同濃度的双氧水的作用(参看表 3)。在双氧水的各处理中，每天按各該处理的濃度分別在每个瓶子內加双氧水 3 滴。每一个瓶子內种植 9 株亞蘿。另外于 8 月 17 日又安排了一个补充試驗，以作比較。試驗中除了几个加双氧水的处理外；还有每天对营养液进行吹气处理，每天吹 3 次，每次吹 5 分鐘，無論是主要的或补充的試驗在其余各处理內都不进行吹气。

將發芽的种籽定植到营养液中之后，很快即显出双氧水在缺硼时，对根系生長的明显影响，和其以后对植株地上部分生長的影響。这从圖 4 中可以看出。中等用量的双氧水表現了極為良好的作用。随着双氧水的濃度提高，植株和其根系的生長也逐漸好轉起来。从那个每天往瓶子中滴 3 滴 8 % 濃度的双氧水的試驗中已經看出植株的生長有被抑制的現象。虽然在無硼的双氧水处理中的植株較获得硼素的植株生長得慢一些，但其外貌却完全是健壯而正常的。在發育末期，加 4 % 和 5 % 濃度双氧水的处理中，植株沒有什麼差異，特别是在根系生長上，这种差異几乎完全沒有了。植株的兩側幼根和施硼的植株一样，細長而健壯，但在对照处理內，植株所有的生長点都很快的枯萎了，而且根系也完全沒有發育起来。

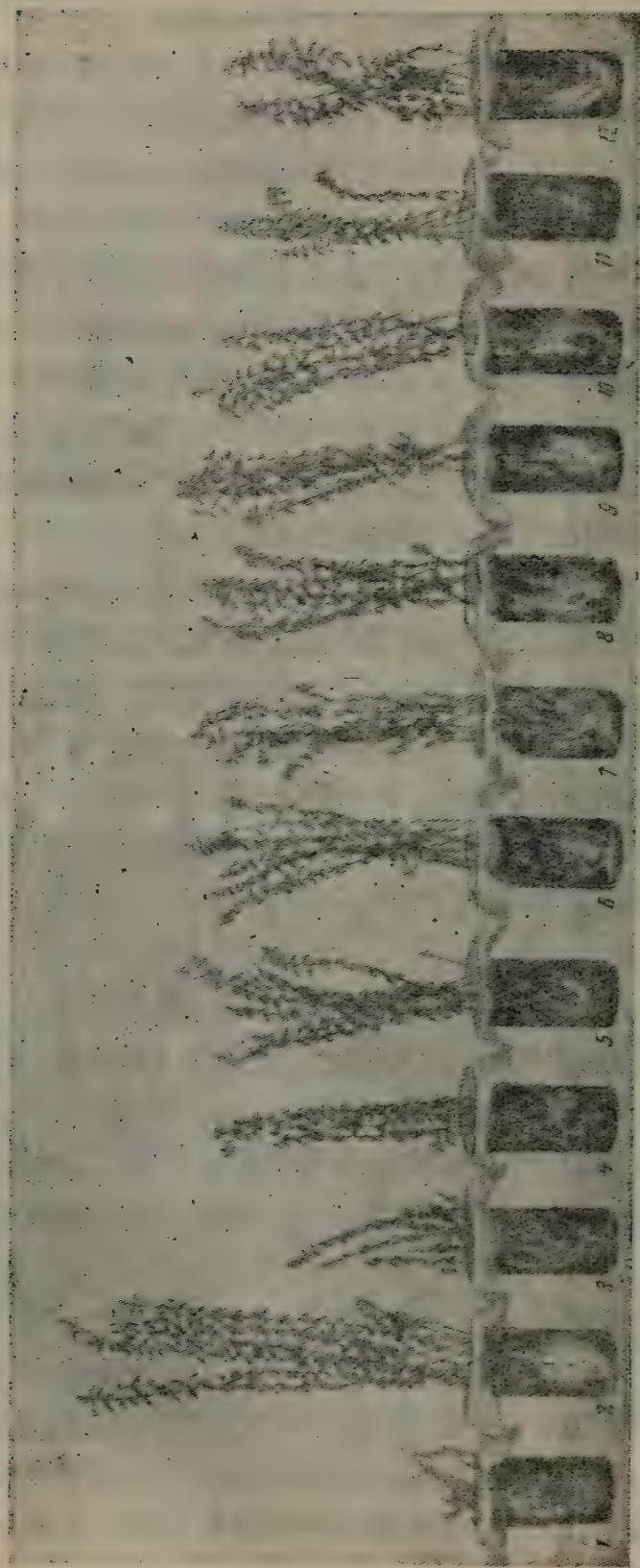


圖 4 在加雙氧水的營養液內培育亞麻的試驗

1—在無硼素的克諾普混合營養液中； 2—在有硼素的克諾普混合營養液中； 3—每天在營養液中加入3滴1%的 H_2O_2 ； 4—每天在營養液中加入3滴2% H_2O_2 ； 5—每天在營養液中加入3滴3% H_2O_2 ； 6—每天在營養液中加入3滴4% H_2O_2 ； 7—每天在營養液中加入3滴5% H_2O_2 ； 8—每天在營養液中加入3滴6% H_2O_2 ； 9—每天在營養液中加入3滴7% H_2O_2 ； 10—每天在營養液中加入3滴8% H_2O_2 ； 11—每天在營養液中加入3滴9% H_2O_2 ； 12—每天在營養液中加入3滴10% H_2O_2 。

9月30号,当作物長得很茂盛时,我們从每1个处理內收获4棵植株。其余的5株移到容积为2公升的瓶子內。在补充試驗內的植株也这样做。于移植后的第一週內,每天按相应的濃度,把3滴双氧水加到2公升的营养液內,从10月6号起,改加6滴双氧水。

从每个瓶子內所采收的4棵植株的产量上,可以很清楚的看出双氧水的良好影响,而吹气法的反应并不太好。圖4表示在从每个瓶內收获4棵植株,而把其余5棵植株移到新混合营养液內之前該試驗內的植株的情况。

作物被移到新的混合营养液中之后,在生長末期發現双氧水对作物的影响更加明显了。每个瓶子內所留下的5株于11月6日收获。收获前获得双氧水和硼素的植株高达52厘米。遺憾的是我們的試驗安排得較晚,因此未能使作物开花和結实。表3中引証了这些植株收获物的資料。

自表3中得出結論:不施硼素但施双氧水的植株要比对照植株

表3 在水培条件下無硼时双氧水对亞蘿产量的影响

試 驗 設 計	地上部分	根 系	植株重	地上部分	根 系	植株重
	每瓶中克数			对对照的%		
对照(無硼)	0.0680	0.0069	0.0794	100	100	100
硼 素	0.6297	0.0794	0.7091	926	1150	946
無硼但每天加3滴 H_2O_2						
1% H_2O_2	0.1701	0.0230	0.1931	250	333	257
2% H_2O_2	0.2625	0.0305	0.2930	386	442	391
3% H_2O_2	0.4444	0.0543	0.4987	653	786	665
4% H_2O_2	0.4651	0.0687	0.5338	684	995	712
5% H_2O_2	0.4610	0.0680	0.5290	677	985	706
6% H_2O_2	0.4202	0.0619	0.4821	617	897	643
7% H_2O_2	0.3692	0.0556	0.4248	542	805	567
8% H_2O_2	0.3478	0.0555	0.4033	511	804	538
9% H_2O_2	0.3390	0.0630	0.4020	498	913	536
10% H_2O_2	0.3972	0.0730	0.4702	584	1057	627

干物質的总收获量高許多。在那些每天往营养液中加 3 滴 4%—5% 的双氧水的干物質的处理內，产量平均增加 712—706%，接近施硼植株所增加的产量，施硼植株干物質的产量增加了 946%。在根系方面所增加的产量更接近施硼的处理：施 4%—5% 双氧水的几个处理內，根系产量增加 995—985%，而在施硼处理內增加 1150%。在加 10% 双氧水的处理中，植株地上部分的收获量比在 4%—5% 双氧水处理內的植株略低一些，而根系的收量則比后者高一些，差不多和施硼的植株相等；平均为对照的 1058%。

吹气处理內的植株，其地上部分的生長沒有多大改进，他們的生長点很快的就枯死了。这些作物的根系一直是肥厚的，不正常的，和对照中未获得硼素的，种植在未吹气的营养液中的植株一样(圖 5)。而当滴入双氧水后，作物的生長就好轉起来，其根系尤其生長得好。表 4 中引証了每瓶內留下的 5 棵植株的产量。

表 4 滴入双氧水和每日对营养液吹气对亞麻产量作用的比較

試 驗 設 計	地上部分	根	植株重	地上部分	根	植株重
	每瓶內克重			%		
对照(無硼)	0.0743	0.0090	0.0833	100	100	100
施硼素	0.5130	0.0680	0.5810	690	755	697
無硼每天吹气 3 次	0.1200	0.0100	0.1300	161	111	156
無硼每天滴 3 滴 H_2O_2						
6 %	0.3530	0.0594	0.4124	475	660	495
7 %	0.3440	0.0629	0.4069	463	698	488
8 %	0.3388	0.0609	0.3997	456	676	479

怎样解釋吹气处理的植株生長得不如双氧水处理过的植株那么好呢？这点可以这样解釋，即每天吹三次营养液，每次 5 分鐘，并不能充分供給植株氧气，或者說，过氧化态的氧可能是最易吸收的形态。

表 4 的資料証实了表 3 內关于双氧水在無硼时对那些非常需硼的作物的生長起着良好的作用。

上述結果表明了硼的生理作用。当营养液中無硼而施以双氧水时,則作物的根系差不多和施硼植株一样地正常和茁壯,而且植株也完全和施硼植株一样地健康,这件事實表明了硼的生理作用最重要的,看起来,也是主要之点,即它能改善对植物的氧气供給,首先是对根系的氧气供給。

双氧水能在水培条件下改善通气狀況确証了以滴双氧水于营养液中代替吹气法的試驗。这样一来就提高了燕麦和大麦的产量。依



圖 5 用吹气法的营养液培育亞麻的試驗

1—在無硼的克諾普混合营养液中; 2—在有硼的克諾普混合营养液中;

3—营养液中無硼,但每天吹3次营养液,每次吹5分鐘

据B. Ф. 波尔江科(Портянко, 1948)的材料, 大麦产量提高了17%。波尔江科认为在滴入双氧水时, 由于过氧化氢酶活动的结果, 使氧游离出来。

因此, 需要进行一些专门的研究, 以便揭露硼能改善根系氧气供应的原因。可以这样假定, 由于硼本身易与醇, 酸酐, 糖及其他有机化合物发生相互作用, 所以它能形成有机态的过氧化物, 供给根系所需要的氧, 根系得到氧是很困难的, 特别在水培条件下更是如此。许多研究者证明[米赫林(Михлин), 1948; 科列斯尼科夫(Колесников), 1949 及其他等人] 植物组织具有制造过氧化型化合物的能力。例如, 已经证明有机过氧化物的形成可以做为供给某些植物组织(这些植物是不易得到氧气的)以氧气的有效方法之一[阿尔其霍夫斯卡娅和鲁宾(Арциховская и Рубин), 1950]在生物学氧化过程中, 由于铁和有机过氧化物, 或者和双氧水相互作用的结果而发生的一些反应是有极大意义的。

当嫌气过程在土壤里表现得明显时, 硼的效用最为显著。(彼依维, 1938)在深色土壤中施以硼素能促进硝化细菌的发育, 增加好气性细菌(多4倍), 减少反硝化细菌(少一半)和丁酸细菌的数量(少90%)。当土壤水分过多时(超过100%的最大持水量的湿度)也显出良好作用的。土壤水分过多会使亚麻的发育条件变劣, 引起细菌病的发生, 并提高了亚麻对硼素的须要。在沼泽土壤中[拉什喀维奇(Лашкевич), 1919; 霍齐科(Хотько), 1949]不仅是铜, 就是硼和锌对非常需硼的作物——糖用甜菜、橡膠草的产量也显出极为良好的影响。例如, 在沼泽泥炭土壤内, 给大麦施硼的同时, 又施以双氧水, 获得极大的效果[拉查列夫(Лазарев), 1939]。可以这样解释双氧水的作用, 即它将泥炭中所含的氧化亚铁的化合物转化为氧化铁的化合物。如众所知, 沼泽土和湿腐殖质土的一般特性即是土壤中嫌气性过程占优势。

在無硼的条件下, 借助于双氧水能使迫切需硼的作物, 尤其是他們的根系生長良好会有助于把双子叶植物和禾本科作物对硼的需要

上有显著不同的一个重要原因揭露出来。大家都知道，禾本科的根系比双子叶植物的根系更能适应恶劣的通气条件。似乎是这一点也能被解釋为禾本科对于能改善植物氧气供应的硼素需要少的原因。

只有玉米和其他禾本科作物的根系能暂时忍受嫌气的生存条件；而豆科、油类作物、塊莖类作物，尤其是馬鈴薯在这种条件下都会枯死的。馬索洛夫和波塔波夫(1949)指出，各种作物的根系对氧气的需要是不同的，同时他們列表确定土壤中最低限度的空气，低于这个限度，作物就不能生存了。

作物	最低限度的空气 容积的%	每 100 克土壤中的 立方厘米数
沼澤草	6—10	4.5—5.5
小麦	10—15	6.5—7.0
燕麦	10—15	6.5—10.0
大麦	15—20	10.0—13.0
糖用甜菜	15—20	10.0—13.3

大家都知道，大麦比其他禾本科的作物更突出的需要硼。从引証的材料中可以看出，它在根系的生長上需要許多空气，在这方面，它和双子叶植物的代表植物——迫切需硼的糖用甜菜是相近的。

因此，需要專門来研究禾本科和双子叶植物根系的生理特性，首先，要研究这些作物的氧化还原系統的特性。禾本科作物在呼吸过程上有一定的特点，和双子叶植物是不同的。例如單子叶植物的代表作物——小麦——呼吸系数低于 1，而双子叶植物代表作物——亞麻的呼吸系数大于 1，有时几乎比小麦的系数大 1 倍。

众所週知，好气性呼吸过程的水平是决定細胞內物質的滲透速度和累积多少的一个因素。因此，我們所發現的，禾本科代表作物——小麦，当营养液中 $NP:K$ 比例增高时，能比双子叶代表作物——亞麻更稳定保持組織內 $N:K$ 的比例，这一点很可能与禾本科和双子叶植物氧化过程上的差異有关联的。也可以用这一点来解釋为什么禾本科对过量銅的所产生的毒性有較大的抵抗性。

硼能改善作物氧气供应这一点揭露了迫切需硼的作物在水培条

件下,温度降低时减少对硼素需要的一个最重要的原因。如众所知,在低温条件下,可以提高空气在水中的溶解度,因此,减低了作物对于能改善其氧气供应的硼素的需要。

硼有调节组织内氧化还原平衡的能力,可能也是由于作物栽培在碱性溶液里减少了对硼的需要所致。依据 pH 而转移乃是全部氧化还原系统的特性。

最后让我们再看一看对土壤通气状况对植物生长的意义估计不足这个问题。通气不足常会引起机能失调。桐树的干缩病就是由于土壤结构性弱和水分时常过多,致使通气不足所致。在染病的植物上,以及在栽培于过湿的条件下,并发现有上述病征的植株上都看到其地上器官的氧化还原过程有显著的变化。

不可否认,双氧水和硼对新陈代谢有相近作用乃是由于他们对氧化还原过程和原生质的胶体化学特性的影响相似的原故。目前我们正在研究这些问题。

参 考 文 献

- Арциховская Е. В. и Рубин В. А. 1950. Органические перекиси как возможный источник кислорода для дыхания некоторых растительных тканей. Докл. АН СССР, 74, № 1.
- Бах А. Н. 1937. Сборник избранных трудов.
- Березова Е. и Судакова Л. 1941. Роль бора в симбиотрофизме льна. Химизация соц. земледелия, 6.
- Буслова Е. Д. 1950. О коррелятивной связи бора с другими элементами минерального питания и его значение для накопления хлорофилла. Реф. Докл. конф. по микроэлементам. Изд. АН СССР.
- Колесников П. А. 1949. Органические перекиси из зеленых листьев. Докл. АН СССР, 64, № 1.
- Кузин А. М. и Школьник Р. Я. 1949. О значении нестойких перекисей зеленого листа растения для фотосинтеза. Докл. АН СССР, 65, № 5.
- Лазарев А. М. 1939. О причинах действия меди на болотных почвах. Химизация соц. земледелия, 7.
- Лашкович Г. И. 1949. Перспективы развития культуры кок-сагыза на

- торфяных почвах Полесской низменности. Сб. «К вопросу освоения и развития производительных сил Полесья». Изд. АН БССР.
- Михлин Д. М. 1948. Пероксиды и пероксидазы. Химизм медленного окисления. Изд. АН СССР.
- Михлин Д. М. и Пшеннова К. В. 1946. Липооксидаза. «Биохимия», 2, № 5.
- Мосолов В. П. и Потапов А. И. 1949. Основы сельского хозяйства. Учпедгиз.
- Пейве Я. В. 1938. Роль бора в симбиотрофизме льна и практические вопросы применения борных удобрений. Химизация соц. земледелия, 4.
- Портянко В. Ф. 1948. Практическое использование каталазы. «Природа», 5.
- Хатько А. 1949. Культура сахарной свеклы и перспективы ее возделывания и развития на осушенных торфяниках. Сб.: «К вопросу освоения и развития производительных сил Полесья». Изд. АН БССР.
- Школьник М. Я. и Макарова Н. А. 1950а. Зависимость потребности растений в боре от соотношения минеральных элементов в питательном растворе. Докл. АН СССР, 71, № 2.
- Школьник М. Я. и Макарова Н. А. 1950б. Об антагонизме бора и меди и о причинах различной необходимости бора разным растениям и в зависимости от факторов среды. Тр. Ботанич. ин-та, сер. IV, «Экспериментальная ботаника», вып. 7.
- Школьник М. Я. и Стеклова М. М. 1951. О физиологической роли бора. Докл. АН СССР.
- Школьник М. Я., Макарова Н. А. и Стеклова М. М. 1951. Влияние высокого отношения азота и фосфора к калию на урожай и минеральный обмен различных по своей потребности в боре растений. Тр. Ботанич. ин-та, сер. IV, «Экспериментальная ботаника», вып. 8.
- MacVicar R. a. Burris R. H. 1948. The relation of boron to certain plant oxidatss. Archiv. of Biochem. 17, 1.
- Reed H. S. 1947. A physiological study of boron deficiency in plants. Higgardia 17, 11.
- Schropp W. u. Arenz B. 1940. Boden. und Pflanzenern. 16.

硼对植物醣类代謝的作用

В. В. 雅柯夫列娃

已經确定了硼在植物的生活中起着重大的作用，它影响着新陳代謝，其中包括醣类的代謝。

М. А. 別洛烏索夫(Белоусов)的糖用甜菜試驗(1936)，М. Я. 什科里尼克的亞麻試驗(1939)以及其他一些學者們都証明了，在缺少硼的时候，会使糖分累积在这些植物的叶子里。

每一位研究者对于因为缺硼而使糖分累积在叶內的現象都有不同的解釋。有些研究者[琼斯頓和多尔(Jonston a. Dore), 1928]以为这个現象与缺硼时輸导系統被破坏是有关系的。М. Я. 什科里尼克認為，导管系統在解剖学上的不正常是一种派生的現象，他把因缺硼而受害的植物叶內，醣类含量的增多解釋为，由于这些植物的生長停滯而減少醣类的消耗所致。М. А. 別洛烏索夫(1936)認為，在缺硼时，糖用甜菜生長的停止和植株的衰亡，并不是由于輸导系統發了解剖学上的变化，而机械地延緩了可塑性物質在植物体内的運輸，而是由于醣类內相互轉化的化学过程遭到破坏所造成的。因此，他作出結論說，硼的机能与醣类的轉化过程是有关系的。另外，別洛烏索夫还指出，在缺硼时也会降低糖用甜菜塊根的含糖量。

在烏克拉德吉(Украдыги)等人(1934)的工作中以及在吉特芒(Гитман, 1939)的試驗里都已經証明了，由于硼素的影响而提高了糖用甜菜的含糖量。

最近，說明施用硼素可以提高种子产量(車軸草、苜蓿、蔬菜作物)，增加各种直根类作物的塊根和果实內的含糖量，減少棉花、苜蓿、大豆等作物的子房脫落等資料在日益增多着。

根据上述工作中所指出的,在缺硼时糖分累积在叶子里,而当充分供应硼时,根部和繁殖器官内糖分增多等现象可以作出如下的结论:糖分在叶子里和根内的蓄性恰是相反的,在缺硼时,糖分被累积在叶内,而在不缺硼时即被累积在根部和繁殖器官里。

于是发生了这样一个问题:硼素对糖分在植物体内的运转过程和累积过程究竟起什么作用呢?

根据目前大多数学者的看法,都认为光合作用的最初产物是醣。至于糖分自叶内转移出去时呈何种形态的问题在学者们之间还没有一个统一的意见。有些人[柳比曼科(Любименко, 1930); 布格拉柯娃(Буглакова 1930)等人]认为,糖分是以还原糖的形态转移的,因为在利用各种方法使运转停止或是把叶子束紧时,一般都是单醣累积在叶内,而单醣在其他条件下含量很少。另一部分学者认为:蔗糖是糖分的转移形态。

根据薩波日尼科夫(Сапожников, 1890, 1894)的研究,醣类累积的限度,就目前所知,各种植物是不同的,有的甚至可以使光合作用停止。

已经证明,各种植物运转的特性因醣的类型而不同,这里主要是指累积在植物体内的醣。通常累积在叶内的淀粉运转的晚一些,而累积的双糖就比较早一些[格列丘希娜(Гречухина), 1936]。运转的开始和途径决定于那些和植物整个生活期间有联系的因素,首先是决定于同储存的醣类的水解过程有联系的因素,也就是说与醣的移动形态的出现有联系的因素。

硼素对于这些过程的作用,在因缺硼而受害的植物上表现得最为明显。

表 1 的材料说明:在不同的硼素营养条件下所栽培的糖用甜菜,其叶内光合作用进行的情况[光合作用是按照伊万诺夫(Иванов)和柯索维契(Коссович)的方法测定的, 1946]。

我们发现当硼的用量为 1 毫克/公斤时(这个用量在我们的试验里是表现最好的一个),光合作用的强度最大。

表 1 硼素对于糖用甜菜叶子的光合作用强度的影响
(每 1 平方分米叶子在 1 小时之内所呼出 CO_2 的毫克数)

硼素的用量 (毫克/公斤)	测 定 日 期		
	7 月 8 日	7 月 13 日	8 月 2 日
0.0	2.0	0.0	0.8
0.1	4.1	0.8	未测定
1.0	4.2	1.8	1.3
5.0	1.9	1.1	1.0

缺硼或是把硼的用量增加到能产生轻微的毒害作用时(5 毫克/公斤),均会降低光合作用的能力。应当指出:在第一个观察期内(7 月 8 日),凡是施硼量为 5 毫克/公斤的植株,其光合作用的强度均显著地低于施硼量适当的植株。在这个观察期内,植株显然是受到高量硼的为害。当过量的硼对植株为害现象渐小时(7 月 13 日和 8 月 2 日的观察),这两种处理的植株在光合作用能力上的差异也缩小了。

一般说来,植株生长的情况愈好,其光合作用也进行得愈旺盛;如果植株受到了抑制,则其光合作用就要降低。

利赫切尔(Рихтер, 1941)发现光合作用能力的提高决定于硼的施用。在他的研究内,曾用硼液来喷洒蚕豆(конские бобы),喷洒后的第二天,光合作用略有降低,但在以后各观察期内,光合作用就显著地提高了。

因此,在有硼的时候,虽然糖的合成作用进行得比较旺盛,但它仍然没有累积在叶子里。这与糖分加强向根部、果实和其他一些植物器官内运转是有关系的(消耗在合成蛋白质和呼吸作用上的糖分除外)。

如果用水培法把萵苣(*Lactuca sativa* L.)栽培在有硼和無硼的混合营养液里,我们就可以发现在缺硼的时候,累积在叶内的糖主要是蔗糖(表 2)。

表 2 硼素对于萵苣叶内糖分含量的影响

試 驗 处 理	还 原 糖	蔗 糖	还 原 糖 与 蔗 糖 的 比 例
	%		
混合营养液:			
有硼	4.8	0.5	9.0
無硼	6.7	20.5	0.3
有硼(硼作追肥施用)	7.7	6.4	1.2

如果再把生長在無硼混合营养液內的植株(处理 2)移到有硼的混合营养液里(处理 3),則叶內蔗糖的数量就显著減少(从 20.5% 減少到 6.4%)。

因此,在混合营养液內含有硼素时会有助于糖分自叶內迅速地运轉出去。但是根据这个試驗結果未必能够說明,醣类消耗的增多是由生長的加强所引起的,因为当把植株移到含有硼素的混合营养液內之后,在第二天發現萵苣叶內的糖分有減少的現象。

我們所进行的向日葵幼苗的試驗也証明:在缺硼的时候糖分会累积在叶子里。

我們把日丹諾夫向日葵品种的种子播种在盛有砂子和格尔里格尔混合营养液的培养皿里(每个培养皿內播种 50 粒种子),混合营养液濃度为原液的 50%,試驗处理如下:(1)無硼;(2)硼 2 毫克/公斤(施用 H_3BO_3 态的硼素)。重复 6 次。植株生長 7 天时,拔去一部分植株,每一个培养皿內只留 30 株。

植株生長 17 天时进行收获。这时,幼苗長出了第二对叶子,而在各处理之間也發現有如下的差異:在無硼的处理內,第二对叶子明显地受到缺硼的为害——叶子狹窄、粗糙而質脆,叶色發黃;在有硼的处理內,植株的叶子發育良好,色綠而柔嫩。各处理內的第一对叶子,在外表上沒有看出有差別。此外,在收获时 也計算了植株的重量。

在收获的当时,沒有發現各处理之間在重量上有什么差別:無硼处理內的 30 株共重 57.03 克,而硼用量为 2 毫克/公斤处理內的 30 株共重 56.77 克。

在收获时,曾把植株分为 以下 几部分:頂端的 叶子(第二对叶子)、下部的叶子(第一对叶子)、子叶、上部莖(子叶以上)、下部莖(子叶以下)、根。

我們記載了所获得的数据并测定了其中的含糖量(还原糖 和总糖量)和蛋白氮的含量。所得資料如表 3 所示。

表 3 硼素对于向日葵幼苗內的含糖量和蛋白氮含量的影响
(为干物質的百分数)

植物器官	还 原 糖		蔗 糖		总 糖 量		蛋 白 氮	
	無 硼	有 硼	無 硼	有 硼	無 硼	有 硼	無 硼	有 硼
頂端叶子	0.8	1.9	0.8	0.9	1.6	2.8	3.7	5.2
下部叶子	0.6	2.6	3.4	0	4.0	2.6	4.9	6.0
子叶	2.0	5.4	0	0	2.0	5.4	3.8	4.6
上部莖	2.5	3.5	2.0	6.2	4.5	9.7	2.7	2.0
下部莖	2.6	4.5	0	0	2.6	4.5	1.5	1.1
根	1.1	2.3	0.4	1.8	1.5	4.1	1.5	1.9

自表中可見,下部叶子內的糖分在無硼的处理內,比在有硼处理內多得多(有硼者为 2.6%,無硼者为 4%),而且这个差異主要是由于蔗糖 含量不同 所造成的(有硼 处理內 不含 蔗糖,無硼 处理內 有 3.4%)。

有硼处理的莖部含糖量則比無硼 处理內 的高得多。我們在根內也發現了同样的情况,例如,在有硼的 处理內,根部的含糖量为 4.1%,而無硼处理內只有 1.5%。这些資料表明,在缺少硼素的几个处理中,叶內被合成的糖分运轉得比較緩慢。

在缺少硼素的时候,糖分很难从下部的叶子(这些叶子在进行着正常的光合作用)运轉到頂端新生的叶子里(無硼的总糖量为 1.6%,有硼的 2.8%)。因此,在無硼的处理內,糖分是被累积在下部的叶

子里,而很难运送到莖部、根部和幼嫩的叶子里。

現在讓我們来談一談蛋白氮的情况。在有硼的处理內,頂端和下部叶內蛋白氮的含量大大地超过了無硼处理內的含量(在有硼的处理中,頂端叶內含有 6.2%,無硼处理的含有 3.7%,下部的叶內則分别为 6.0% 和 4.9%)。

在这个試驗內,对非蛋白氮未曾进行測定,但我們在表 4 內引用了得自另外一个試驗的蛋白氮和非蛋白氮的資料,这个試驗处理和以上所述的試驗相同。

表 4 硼素对于向日葵幼苗內蛋白氮和非蛋白氮含量的影响

植物器官	含 氮 量 (%)						蛋白氮与总氮量的比例	
	蛋 白 氮		非蛋白氮		总 量			
	無 硼	有 硼	無 硼	有 硼	無 硼	有 硼	無 硼	有 硼
頂端叶子	4.4	6.1	2.5	0.6	6.9	6.7	0.6	0.9
下部叶子	4.0	4.7	1.2	0.6	5.2	5.3	0.8	0.9
子叶	1.8	1.9	1.6	0.8	3.4	2.7	0.5	0.7
上部莖	1.1	0.9	未測定	0.2	—	1.1	—	0.8
下部莖	2.6	2.3	1.1	0.7	3.7	3.0	0.7	0.6
根	0.6	0.7	0.3	0.4	0.9	1.1	0.7	0.8

从表內可以看出,在無硼的处理內,非蛋白氮显著的增加。总氮量在有硼和無硼的处理內差不多是一样的,但是蛋白氮和总氮量之間的比例却有显著的不同。上述資料清楚地說明了,硼在蛋白質合成上所起的作用。

在缺硼的时候,亞麻叶內蛋白氮的含量是渐渐减少的(什科里尼克,1939)。

文献中有人指出,棉花的幼苗在缺硼的时候,有大量的氨态氮累积下来。于是有些研究者作出結論說,缺硼会降低糖的氧化速度和醣类代謝中氨基产物形成的速度,因而妨碍了蛋白質的合成作用。

順便提醒一下,在我們的試驗內,發現向日葵的幼苗在醣类代謝和蛋白質代謝上的差異是在下列情况下表现出来的:从植株的外貌

上勉强可以看出有缺硼的样子，而从它们的重量上却找不出什么差别来。这种情况对我们来说是极端重要的，因为我们不会认为它们是受到了抑制或是有病，而认为这些植株是完全健康的，实际上它们内部整个的新陈代谢已经由于缺硼而或多或少受到了一些破坏。

正如我们已经指出的，上述的莴苣试验和向日葵幼苗的试验都说明了：当营养环境内有硼素存在的时候，会促进叶内合成的糖分更好地运转出去。

假如我们所认为的、硼素可以促进糖分自叶内运往根部的概念是正确的話，那末，糖用甜菜在累积糖分期间对于硼的需要应当表现得特别突出。

我们的资料证实了这个概念。试验是用砂培法把糖用甜菜栽培在别洛乌索夫混合营养液里，并且按照下列方案施用硼酸态的硼素：(1) 无硼；(2) 0.1 毫克/公斤硼素，(3) 1.0 毫克/公斤硼素，(4) 5.0 毫克/公斤硼素。

缺硼的植株在发育上从一开始就远远地落在后面，8月24日收获时，已经发生了严重的心腐病。

在硼用量最高的处理内(5.0 毫克/公斤)，起初发现植株有些受害的样子(由过量的硼所引起的)——叶缘变黄，块根和叶面的发育都不如其他处理，但到后来，植株好转并开始追上了其他处理内的植株，等到收获时(9月20日)，块根的产量很好，仅仅略低于硼用量为1毫克/公斤的处理。硼用量为1毫克/公斤的处理和在以前试验中(1947年)的情形同样表现最好。

硼用量为0.1毫克/公斤处理内的植株发育得相当良好：整个生长期，它们在外表上都与硼用量最合适的植株没有任何区别，收获时其根重也不低于1毫克/公斤的植株(硼用量0.1毫克/公斤者，根重521克，1毫克/公斤者，根重491克)。但在收获前不久(9月初)，这个处理的每一个重复都发生了心腐病，因此到收获时，虽然所有的块根都很重，但它们终于还是感染了病害，同时块根的含糖量也显著地降低了(参看图)。

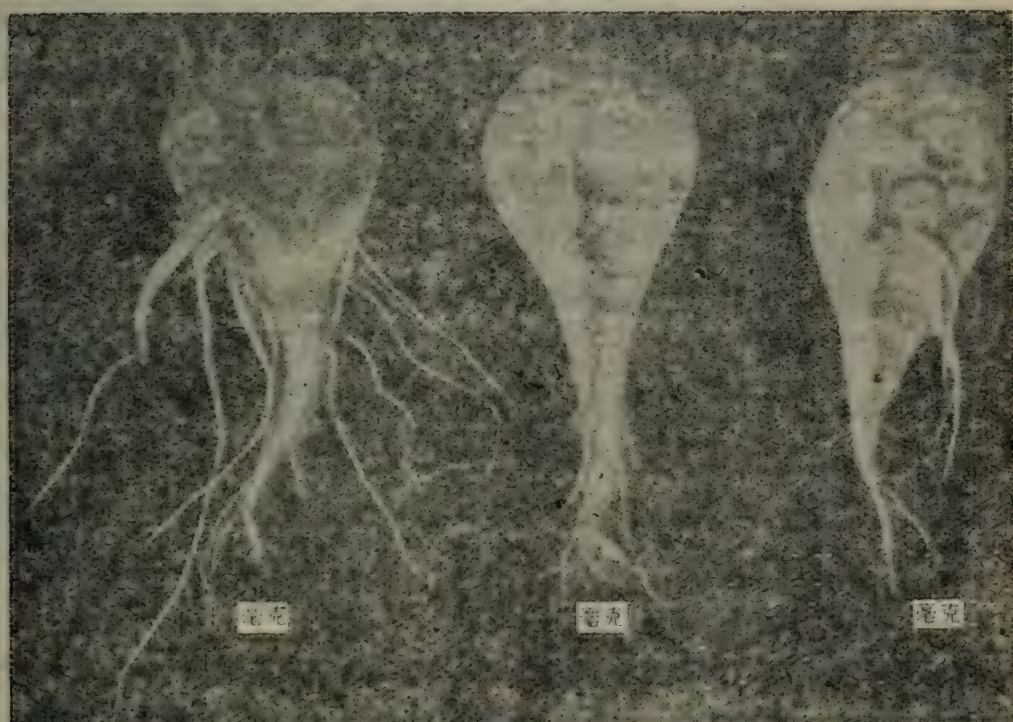
表 5 糖用甜菜块根的重量及其含糖量

硼素的用量 (毫克/公斤)	块 根 重 量 (克)			块根含糖量佔鮮重的%		
	13/7月	4/8 月	20/9月	13/7月	4/8 月	20/9月
0.1	12.6	59.1	521.7	8.2	11.3	11.8
1.0	16.6	52.4	490.9	7.3	12.5	15.5
5.0	17.7	60.9	419.3	6.6	11.7	14.1

表 5 所列資料系三次收获的块根的重量和块根內的含糖量。

自表 5 可以看出, 从 8 月 4 日到 9 月 20 日这段期間, 在硼用量为 0.1 毫克/公斤的处理內, 含糖量增加的并不多 (从 11.3% 增加到 11.8%), 但在硼用量为 1.0 毫克和 5.0 毫克/公斤的处理內, 含糖量几乎提高 3%。另外各处理中块根的生長都是相当旺盛的。

在处理 1 中, 于糖分累积最旺盛的时候缺少硼素, 因而使含糖量



在硼用量不同的条件下所栽培的糖用甜菜的块根(左—0.1 毫克/公斤; 中—1 毫克/公斤; 右—5 毫克/公斤)。

降低,發生心腐病和根部病害。

如我們的研究所証明,在發現心腐病时,追施硼素可以恢复叶子的生長,促使塊根的重量和含糖量增加。

給糖用甜菜追施硼肥的試驗是按照下面的設計进行的。

硼的用量以毫克/公斤計:(1)播种时施用 0.05 毫克;(2)播种时施用 0.05 毫克,追肥时施用 1.0 毫克;(3)播种时施用 0.1 毫克;(4)播种时施用 0.1 毫克,追肥时施用 1.0 毫克;(5)播种时施用 1.0 毫克。

追施硼素是按照硼用量为 0.05 毫克和 0.1 毫克/公斤进行的。最后一个处理(1 毫克/公斤)作为对照,不施用追肥。

在盛有砂子和別洛烏索夫混合营养液的盆鉢里进行試驗。

在硼用量为 0.05 毫克/公斤的处理內,于 8 月 8 日發現心腐病,追肥略微晚了一些(8 月 15 日施用追肥)。在硼用量为 0.1 毫克/公斤的处理內,于 8 月 19 日發現心腐病,就在当天追施了硼素。施用了追肥之后,开始从旁边又長出了叶子,而在处理 4 內,叶子的再生作用要比处理 2 更旺盛一些。处理 1 和处理 2 的全部盆鉢和处理 3、处理 4 的部分盆鉢內的植株都在 9 月 2 日进行收获。試驗結果如表 6 所示。

表 6 追施硼肥对糖用甜菜塊根重量的影响

硼 素 的 用 量 (毫 克 / 公 斤)			1 个 塊 根 的 鮮 重	
基 肥	追 肥	总 施 用 量	克	%
0.05	—	0.05	159	100
0.05	1.0	1.05	200	126
0.10	—	0.10	298	100
0.10	1.0	1.10	357	120

从表 6 可見,追施硼素的两个处理內 1 个塊根的鮮重約比未追施硼肥处理內的高 20%。

追施硼素和不追施硼肥的处理内，块根含糖量的测定结果如表7所示。

在硼用量为0.1和1.0毫克/公斤的两个处理内，8月8日的含糖

表7 硼素追肥对糖用甜菜块根含糖量的影响

硼 素 的 用 量 (毫 克 / 公 斤)			块根含糖量占鲜重的%	
基 肥	追 肥	总施用量	8/8 月	3/10月
0.05	—	0.05	6.4	—
0.10	—	0.10	9.7	8.8
0.10	1.0	1.10	—	13.3
1.00	—	1.00	10.1	17.2

量非常相近，0.1毫克/公斤者为9.7%，1毫克/公斤者为10.1%。而在硼用量为0.05毫克/公斤的处理内，含糖量就显著地降低了(6.4%)。

到10月3日，情况则完全不同了：硼用量为1.0毫克/公斤的处理，含糖量增加到17.2%，而0.1毫克/公斤者，含糖量几乎和以前一样，甚至于还降低了一些(这可能是由于根部在此时染病所致)。由此可见，硼用量为0.1毫克/公斤是不够的，在累积糖分期间，由于缺硼而显著地降低了糖用甜菜的含糖量。

最有意义的是追施硼素的处理。如果硼用量为0.1毫克/公斤，10月3日的含糖量是8.8%，那末，在追施了硼素时，含糖量即提高到13.3%。换句话说，在累积糖分期间，用硼素作追肥可以促使糖用甜菜块根的含糖量提高。

我们在高苳、向日葵和糖用甜菜等试验中所发现的，糖分在硼素影响之下的转移是一个普通的现象。大家都知道，在开花和结实期间，糖分大量的流入正在形成的繁殖器官内。如果缺硼，则糖分的流入就会受到阻碍，而当施用了硼素时，又可以使已遭破坏的糖分对结实器官的供应恢复过来。

我們在施用硼素的留种車軸草的田間試驗里發現：醣类对車軸草头狀花序的供应相当良好。这个試驗是我們会同生物科学碩士 A. M. 莫吉列娃(Могилева)一起在非黑土地帶谷物研究所內(聶姆齐諾夫卡)进行的。在这个試驗內,車軸草种子的产量,未施硼者每公頃为 0.98 公担,施硼者每公頃为 1.22 公担。

关于含糖量的測定結果列入表 8。

施硼处理的莖內总糖量要高于未施硼处理的；这种情况在孕蕾

表 8 硼素对車軸草含糖量的影响(为干物質的%)

时 期	日 期	植 物 器 官	总 糖 量	
			未 施 硼	施 硼
孕蕾始期	14/6 月	叶子	2.4	3.3
		枝条	2.8	2.3
		莖	5.7	10.4
开花期	7/7 月	叶子	2.2	2.8
		头狀花序	2.7	4.5
		莖	4.5	5.8

始期(6月14日)表現得特別明显(施硼者为 10.4%，未施硼者为 5.7%)后来(7月7日)，兩個处理間在莖內含糖量上的差異就比較小了，然而，头狀花序內的含糖量仍然有很大的差別(施硼者为 4.5%，未施硼者为 2.7%)。

在施用硼素时，可塑性物質对繁殖器官的供应也比缺硼时好一些。

种子和果实的發育不全(如大豆)以及常与这些过程有关的子房的脫落,都屬於那些分佈很广而又極其有害的、但几乎完全沒有研究过的植物非寄生性病害[杜宁(Дунин), 1938]。这种現象很可能是由于在形成繁殖器官时缺少硼素所引起的，因而使子房得不到充分的营养。

例如,每公頃施用 3 公斤的硼素就可以防止苜蓿子房的脫落[波波夫(Попов), 1946]。在豌豆(*Pisum sativum* L.)和兵豆(*Lens*)的試

驗里, 硼肥(特别是在施用了石灰的土壤上)也可以显著地减少發育不全的种子数而提高种子的产量[卡蘭蒂利(Калантырь), 1939]。在向日葵和玉米方面, 同化物質从叶內运轉出去的开始和途徑首先是决定于那些既存醣类的水解过程, 也就是說, 决定于能移动类型的醣类的产生[格列丘希娜(Гречухина), 1936]。

就这些概念及 Н. М. 西薩江(Сисакян, 1944)的著作来論, 曾經确定調节糖用甜菜叶內醣类的合成作用和水解作用的酶的活动性具有季节性的变化, 叶內轉化酶所具有的水解活动性对于糖分自叶內运往根部是一个必要的条件。

我們都知道, 在缺硼的时候, 会發現糖分累积在叶子里, 而很少运往根部和正在形成的繁殖器官中。可以預料到, 在缺硼时, 轉化酶的水解活动性將被降低。为了驗証这个概念是否正确, 我們曾經按照 А. Л. 庫尔薩諾夫(Курсанов, 1936)的方法, 对向日葵幼苗叶內的蔗糖酶的合成作用和水解作用进行了測定。試驗結果列入表 9 內。

表 9 硼素对于向日葵幼苗叶內蔗糖的合成和分解的影响
(每 1 克干物質轉化糖的毫克数)

試 驗 方 案	蔗 糖 的 合 成	蔗 糖 的 分 解	合成与分解的比例
無硼	44.75	17.25	2.6
有硼	4.01	55.37	0.07

从所列的資料中可以看出, 轉化酶在叶內的水解活动性在缺硼的时候, 要比正常供应硼时低得多。

缺硼时, 轉化酶的水解活动性被削弱, 显然是在叶內积累糖分的主要原因。

硼素的存在对于酶系統能够正常地工作, 使同化物質从叶內运往根部, 果实和植物的其他部分內是很必要的。因此, 当需要使醣类大量向某种繁殖器官內流入时, 施用硼素是最有效的。这也就說明

了,为什么施用硼素能够提高車軸草、苜蓿等作物种子的产量,以及为什么能提高糖用甜菜地根的含糖量和馬鈴薯的淀粉含量。

用硼素进行根外追肥極為有效的事实是硼素对酶系統發生作用的証据之一。

1949年,我們首次在田間試驗里,对留种的車軸草和糖用甜菜进行了根外追施硼肥。在莫斯科州梅奇欣区的“卡岡諾維奇”集体农庄內,对利用第一年的年割一次的車軸草进行了根外硼素追肥。試驗重复4次,小区面积为100平方米。于車軸草开花时,噴洒硼酸溶液,濃度为每升水含250毫克硼,每公頃硼的用量为0.5公斤。

关于产量的資料列入表10。

表10 硼素对車軸草种子产量的影响(卡岡諾維奇集体农庄)

試驗方案	种子产量		因施硼而增产 (公担/公頃)
	公担/公頃	%	
PK	2.3	100	—
PK+B	3.7	161	1.4

根外追施硼素的試驗是我們和生物科学碩士 A. M. 莫吉列娃一起在非黑土地帶研究所內进行的。我們用布依斯克工厂出品的硼鎂肥料(含有2.5% 硼素)来进行根外追肥。硼鎂肥料的用量每公頃为40公斤,以干粉状态(噴粉)施在正开花的,第一年利用的、年割一次的車軸草田里。

表11 硼素对車軸草种子产量的影响(聶姆齐諾夫卡)

試驗方案	試驗地的面积 (公頃)	种子产量		因施硼而增产 (公担/公頃)
		公担/公頃	%	
PK	1	2.2	100	—
PK+B	0.5	3.0	137	0.8

另外,在唐波夫州斯大林甜菜国营农場內的水澆地上又进行了

留种的糖用甜菜施用硼素的試驗。該試驗是由研究生 T. A. 丹尼洛娃 (Данилова) 負責安排和进行的。施用硼酸态的硼素, 有兩個处理: (1) 移栽留种的塊根时, 將硼肥施在植株的下面, 每公頃施用 1 公斤硼素; (2) 在开花期間, 用硼酸溶液噴洒植株, 濃度为每升 10 毫升硼。

产量的数据列入表 12。

表 12 硼素对糖用甜菜种子产量的影响 (斯大林集体农庄)

試 驗 方 案	种 子 产 量		因施硼而增产 (公担/公頃)
	公担/公頃	%	
对照	24.3	100	—
春天移栽塊根时施用硼素	29.3	120	5.0
在开花期用硼液噴洒	34.7	143	10.4

在所有上述試驗內, 根外追施硼素 (在开花期用溶液噴洒植株或噴粉) 都产生了極為良好的結果——使車軸草和糖用甜菜种子的产量提高了 37—60%。

在 1950 年, 無論是我們或是其他研究者們所进行的根外追施硼素的試驗, 都証实了这种方法对于留种的多年生豆科牧草和蔬菜作物是有高度效果的。

在国立罗斯托夫选种站內的留种苜蓿和驢豆与国立卡馬林选种站的留种苜蓿, 以及在楚瓦什苏維埃社会主义自治共和国各集体农庄內的留种飼用胡蘿卜和飼用甜菜, 均由于进行了根外追施硼素而使种子的产量有显著的增加, 另外, 在其他許多試驗站和集体农庄內也得到了相同的結果。

应当指出, 在根外追肥时, 硼肥的用量要比 施在土中 时少得多 (在噴粉时, 施肥量可以減少 $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$, 而在噴洒溶液时可以減少 $\frac{7}{8}$ — $\frac{9}{10}$)。

可以在孕蕾和开花时, 用噴粉或用硼溶液噴洒植株等方法来进

行根外追施硼肥。为此,可以利用含7%—15%硼酸的硼镁肥料。

噴粉 可以使用接触化学毒剂噴粉机来进行。如果没有專門的机器,則建議用下面的方法給留种植株噴粉:作几个小紗布袋(4—6个),每个布袋里裝入0.5—1公斤肥料,然后再把紗布袋掛在一个長桿上。从兩端搖动長桿,使粉末均匀地撒在植株上。

当硼镁肥料中含有15%的硼酸时,則每公頃可以施用20公斤,就是比在春季施用时,用量減少 $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ 。如果施肥量为20公斤,則可以分兩次施用,每次10公斤。第一次在孕蕾时,第二次在开花时进行。

为了噴撒肥料,必要时应当用研鉢或碎肥机(тукодробитель)把肥料研碎。

噴洒溶液 硼镁肥料中所含的硼化合物很容易溶解在水里。配制溶液时,把硼镁肥料放在桶里和水調匀,用量如下:如果硼镁肥料內含有15%的硼酸,則每一桶水(10升)应当加入100克,如果肥料中的硼酸含量較低,則用量須适当增加。

使肥料和水充分調匀,讓不溶解的殘渣沉下去,再把無殘渣的液体裝到噴霧器里(这样,每1升水內含有0.25克硼)。

每1公頃的溶液用量为50—100桶,每公頃的肥料用量則分別为5—10公斤(肥料中的硼酸含量为15%)。所以噴洒溶液时,硼镁肥料的用量比在春天施用时減少 $\frac{7}{8}$ — $\frac{9}{10}$ 。

可以用手提式噴霧器和馬拉噴霧器来噴洒溶液。

在大面积的留种地上,可以用飞机来噴洒硼肥或噴粉。

結 論

1. 光合作用的强度在有硼的时候,要比缺硼时高一些,然而尽管如此,当供給植物硼素时,糖分仍然沒有累积在叶子里。这是由于加强糖分向根部、果实和植物的其他器官內运输的緣故。

2. 糖用甜菜在累积糖分期間迫切需要硼,此时叶組織內的水解活动性也最强。如果在这时候缺硼,則会使糖分累积在叶子里,而降

低块根的含糖量,并使块根发生心腐病即通常所称的“空心病”。

3. 施用硼肥能加强糖分向繁殖器官内转运。因此,施用硼素可以提高车轴草、苜蓿和蔬菜作物种子的产量,并可以减少棉花、苜蓿和大豆等作物子房的脱落。

4. 根据我们的资料,硼素对于在醣类的转化上(从一种醣转化为另一种醣)起调节作用的酶系统也有影响。在缺硼时,转化酶的水解活动性被削弱显然是糖分在叶内积累的主要原因。因此,硼素的存在对于保证同化产物从叶内运往根部,果实和植物的其他器官内是必要的。

5. 我们建议对留种的多年生豆科牧草和蔬菜作物应当进行根外追施硼肥,因为这样,不仅比施在土中时大大地减少了硼肥的用量,而且硼素的效果也并不低于大量施在土中的硼肥。

参 考 文 献

- Белоусов М. А. 1936. Применение бора и основы его действия на сахарную свеклу. Тр. ВНИИСП. Физиология корневого питания.
- Буглакова П., Рюббенет Е. Р. и Любименко В. Н. 1930. Тр. Украинского института прикладной ботаники.
- Гитман К. С. 1939. Влияние борных удобрений на урожай и качество сахарной свеклы. «Химизация соц. земледелия», № 8, стр. 55.
- Гречухина О. А. 1936. Причины периодичности оттока ассимилятов из листа. Тр. Ленингр. об-ва естествоиспытателей, т. 65, вып. 3.
- Дмитриев П. А. 1941. Влияние микроэлементов на развитие и повышение урожая семян и сена красного клевера. Сб.: «Применение микро-удобрений». ВАСХНИЛ.
- Дунин М. С. и Якименко Е. Д. 1938. Abortивность семян сои. Тр. ВНИИ Северного зернового хозяйства и зернобобовых, вып. III.
- Дьякова Е. В. 1949. Примерение борных удобрений в семеноводстве клевера и люцерны. «Селекция и семеноводство», № 1.
- Иванов и Коссович. 1946. Полевой метод определения фотосинтеза в ассимиляционной колбе. «Ботанич. журнал». т. 31, № 5.
- Калантырь М. С. 1939. О значении бора в плодоношении растений. Докл. ВАСХНИЛ, № 15, стр. 17.

- Курсанов А. Л. 1936. Применение метода вакуум-инфильтраций для количественного определения синтезирующего и гидролизующего действия инвертазы. «Биохимия», т. 1.
- Любименко В. Н. 1930. Тр. Украинского института прикладной ботаники.
- Любименко В. Н. 1935. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. Сельхозгиз.
- Попов Б. В. 1946. Приемы получения высоких урожаев семян люцерны. «Сов. агрономия», № 7.
- Рихтер А. А. и Васильева Н. Г. 1941. Повышение фотосинтеза опрыскиванием микроэлементами. Докл. АН СССР. т. 30, № 7.
- Рубин Б. А. 1949. Обмен веществ в растительном организме и внешняя среда. «Агробиология», № 2.
- Сапожников В. В. 1890. Образование углеводов в листьях и передвижение их по растению. М.
- Сапожников В. В. 1894. Белки и углеводы зеленых листьев, как продукты синтеза. Томск.
- Сисакян Н. М. и Нуждин Н. И. 1944. Сезонное колебание направленности действия инвертазы и его значение в сахаронакоплении у сахарной свеклы. «Биохимия», 9, вып. 2—3.
- Школьник М. Я. 1939. Роль и значение бора и других микроэлементов в жизни растений. Изд. АН СССР.
- Яковлева В. В. 1947. Влияние бора на биохимические превращения в корнях и листьях сахарной свеклы. Докл. АН СССР, новая серия, т. 58, № 4.
- Украдыга, Онищенко и Олесиук. 1934. Влияние бора на урожай и химический состав сахарной свеклы. Научные зап. по сахарной промышленности, ВНИИС, кн. 1.

[邓鸿举译 车浚霖校]

硼对車軸草和苜蓿果实形成 及产量的影响

С. И. 列别捷夫

近几年来来的研究証明,硼也和其他微量元素一样,是植物营养所必須的元素。土壤中如果缺少可利用态的硼素,就会破坏植物的正常發育,降低植物的产量。

根据許多作者的試驗研究确定,硼能引起植物的某些生理特性和生理过程的变化,特别是:变更原生質的水合程度;增加陽离子和減弱陰离子的吸收;有利于細胞壁果膠質成分中的鈣底吸收;加强磷和鉀的吸收;变更植物体内醣类和氮素的代謝作用,以有利于植物的受精过程和果实形成。

試驗材料証明,硼对种子比对营养体产量的影响要大。同时,硼也能刺激豆科植物根瘤菌的發育。

在灰化土上已經广泛地研究了施用硼肥,以及硼对各种农作物的影响。施过石灰的非黑土地帶的灰化土是施用硼肥的主要地区。

对于在其他土壤上施用硼肥及硼的影响問題,还缺乏研究。

我們研究硼对車軸草影响的試驗(盆栽試驗和田間試驗)是于1939和1940年在森林壤土上(苏姆省格魯霍夫城农業研究所)进行的。苜蓿試驗,則是于1942和1943年在巴什基里黑鈣土上(巴斯基里国家选种站齐斯馬試驗站)进行的。在車軸草的盆栽試驗里,是以磷鉀肥作底肥来研究硼对于根系、根瘤和营养体的影响。

施肥量如下:在一公斤絕对于干燥的土壤中,施入 $N-0.1$ 克, $P_2O_5-0.15$ 克, $K_2O-0.15$ 克;肥料的鹽类的状态— $Ca(NO_3)_2$, NaH_2PO_4 , KCl 和 $Na_2B_4O_7$ 。

在車軸草的营养生长期內,盆內含水量保持如下程度:在生長初

期为土壤饱和含水量的 50%，后期为 60%。

开花盛期收割車軸草，將地上部分和根系洗淨后，进行計算。盆栽試驗的数据列入表 1。

表 1 硼对开花盛期車軸草的地上部分和根系重量的影响
(1939 年的盆栽試驗，3 次重复的平均数)

試 驗 处 理	12 株空气干燥植株的重量			
	莖		根	
	克	%	克	%
無肥	13.5	100	4.1	100
根瘤菌拌种	15.9	117	4.9	117
PK	24.3	180	4.8	116
PK + 根瘤菌拌种	27.6	203	5.6	135
NPK	36.0	266	6.9	165
PK + 1 毫克 B*	25.4	188	4.4	105
PK + 0.5 毫克 B	23.8	176	4.1	98
PK + 0.5 毫克 B + 根瘤菌拌种	30.4	225	5.1	123

* 在 1 公斤土壤中

由盆栽試驗的結果，可以看出如下的主要情况：

1. 在 NPK 和 PKB 加根瘤菌拌种的處理內，綠色体的發育最茂盛。在这些處理中，植物的蕾数和花数都最多，开花期也早（分別比对照，即沒施肥的提早 2 天和 4 天，見圖 1 和圖 2）

2. 根系的空气干燥重和开花盛期車軸草根瘤的發育情况都說明，根瘤菌苗和硼对根系的發育、根瘤的数量及根瘤的大小均有着良好的影响。在任何情况下，施用根瘤菌苗和硼都会使根瘤增多、个兒大，而且整个根系也發育得比較茂盛。

3. 以 PK 为底肥，施用 0.5 毫克硼，同时摻拌根瘤菌，可以显著地增加車軸草地上部分的空气干重（比 PK + 拌种的處理多 22%，比 PK + 0.5 毫克 B 的處理多 49%）。

由此可見，給土壤施用硼素时，根瘤菌拌种的作用最显著。



圖 1 硼对車軸草生長的影响

37号盆—PK+拌种；150号盆—PKB+拌种；218号盆—NPK

1939—1940, 进行田間試驗, 試驗处理同盆栽試驗。

田間試驗的条件如下: 复盖作物是燕麦; 复盖作物全部肥料, 用耕种机施入, 并随后耙平; 車軸草是用手撒播的。在車軸草生長的头一年, 当燕麦苗出齐后, 进行除草。車軸草生長的第二年分兩部分收获: 干草和种子。

在該試驗中, 根据生物气节学的观察証明, 硼能加速車軸草植株的發育。在施硼的处理內, 車軸草提早 2—3 天开花。此外, 在开花盛期第二次割草时, 又测定了車軸草的开花强度(表 2)。

由此可见, 施硼可以增加开花莖的数量, 而含氮肥料则相反地减少了开花莖的数量。

在 0.5 平方米上, 以施硼处理中的莖数最多。所有这些 都証明了, 硼对車軸草的發育过程有良好影响。



圖 2 硼对車軸草的生長和發育的影响
1—PK+拌种；2—PKB+拌种；3—NPK

表 2 硼和其他肥料对第二次刈割的車軸草开花强度的影响

試 驗 处 理	在 0.5 平方米面积上莖 的数量 (8 次重复 的平均)	开花莖的数量%
無肥	149	24
根瘤菌剂	151	22
PK	150	23
PK+根瘤菌剂	145	22
NPK	155	17
NPK+根瘤菌剂	152	19
PKB	163	32
PKB+根瘤菌剂	167	32

第一次刈割的干草产量的試驗結果如表 3 所示:

表 3 硼和其他肥料对第一次刈割的干草产量的影响
(3 次重复的平均)

試 驗 处 理	产量 (公頃/公担) ($M \pm m$)	增 产 量 (%)
無肥	26.1 ± 0.88	—
根瘤菌剂	27.7 ± 0.96	8
PK	31.1 ± 1.07	19
PK+根瘤菌剂	41.6 ± 1.43	58
NPK*	51.3 ± 1.77	96
NPK+根瘤菌剂	52.8 ± 1.83	102
PKB	44.1 ± 1.53	69
PKB+根瘤菌剂	44.0 ± 1.53	69

* 施肥量如下: N(蒙丹硝)——每公頃 45 公斤; P_2O_5 (过磷酸鈣)每公頃 9 公斤;
鉀鹽—— K_2O 每公頃 90 公斤; 硼(硼砂)每公頃施 1 公斤硼。

表 4 硼和其他肥料对第二次刈割的車軸草种籽和干草产量的影响
(3 次重复的平均)

試 驗 处 理	产量(公担/公頃)			
	干 草		种 籽	
	$M \pm m^*$	增 产 %	$M \pm m$	增 产
無肥	15.2 ± 0.82	—	0.9 ± 0.09	—
根瘤菌剂	16.2 ± 0.87	7	1.1 ± 0.11	17
PK	18.2 ± 0.98	20	1.2 ± 0.12	24
PK+根瘤菌剂	20.7 ± 1.12	36	1.5 ± 0.15	56
NPK	17.8 ± 0.96	17	1.1 ± 0.11	13
NPK+根瘤菌剂	17.5 ± 0.95	15	1.6 ± 0.16	66
PKB	20.0 ± 1.08	31	— ± —	—
PKB+根瘤菌剂	20.5 ± 1.10	35	1.7 ± 0.17	75

* $M \pm m$ 即平均数 ± 标准誤差——譯者註

在施磷鉀肥的基础上因拌根瘤菌和施硼,可以显著提高第一次刈割的干草产量;根瘤菌使产量提高 39%,硼——50%。而以 PK 作底肥,并拌根瘤菌和施氮肥(45 公斤/公頃)的处理,增产量为最高(83%)。因此,上述材料与盆栽試驗的材料是一致的。

从表 4 中可以看出,在車軸草第二次刈割时,硼和根瘤菌的良好作用也比氮肥显著得多。以 PK 作底肥,同时施用硼和拌根瘤菌时,車軸草的种子产量最高。

盆栽試驗和田間試驗的結果表明,在森林壤土上(苏姆省,格魯霍夫城),硼对車軸草的生長、發育和种子产量都有着良好的影响。在施硼的土壤中,拌根瘤菌的效果也最大。

为了弄清硼在巴斯基里黑鈣土条件下,对苜蓿果实形成和种子产量的作用,1942 年进行了盆栽試驗。在下列四种条件下,即無肥、PK、NP 和 NPK,研究硼砂和硼酸等硼肥的作用。重复 6 次。

在 1 公頃絕對干燥的土壤中,营养物質的用量如下:

	鹽类形态
N.....0.1克	NH_4NO_3
P_2O_50.1克	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
K_2O 0.1克	K_2SO_4
B..... 1.0毫克	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 和 H_3BO_3

灌水量如下:植物生長的头一个月,为土壤飽和容水量的 50%,以后直到收获前,为 60%。

必須指出,在試驗中苜蓿發育的特点:在無肥的处理中,孕蕾和开花期均較其余的处理晚 7—8 天。

在某些試驗处理中,發現个别植株有落蕾落花的現象。但是,这种現象的規律性还没有确定。

在生长期中,曾測量了苜蓿植株的高度。其結果如表 5 所示:

表內材料証明,在無肥和只施硼的試驗处理中,植株的生長是緩慢的。几乎在所有的以 PK, NP 或 NPK 作底肥并施硼肥的处理中,硼都能刺激植株生長旺盛。关于苜蓿产量的試驗結果如表 6 所示。

表 5 硼和其他肥料对植株高度的影响(厘米)
(6次重复的平均)

試 驗 处 理	7 月 29 日	8 月 28 日
無肥	18	66
PK	25	68
NP	26	78
NPK	27	70
B	20	66
PKB	26	71
NPB	29	77
NPKB	28	77
PKB(H ₃ BO ₃)	30	76

表 6 肥料对于苜蓿植株产量的影响(盆栽試驗, 6次重复的平均)

試 驗 处 理	3 棵植株的空气干重			豆莢数	豆莢重量 (克)	种子产量		千粒重 (毫克)
	克	%	增产量 (%)			毫克	%	
無肥	13.7	100	—	37	0.3	29.3	100	536
PK	17.3	126	26	166	1.6	46.7	159	954
NP	21.0	154	54	152	1.6	116.6	398	648
NPK	24.5	179	79	250	2.6	80.2	274	790
B	11.8	86	14	36	0.5	29.8	102	514
PKB(硼砂)	21.0	154	54	272	2.7	309.2	1055	—
NPB(硼砂)	20.6	151	51	199	2.1	445.8	1522	1679
NPKB	18.8	173	37	132	1.2	203.4	694	1137
PKB(硼酸)	21.4	157	57	204	1.8	267.8	914	1420

上述材料表明,以 PK 和 N 作底肥时,硼对苜蓿干物質的产量 莢形成的数量、重量以及对种子的产量和千粒重,都有良好的影响。

在土壤中只施硼肥(硼砂),無論对于物質的产量或对种子的产量都沒有什么良好的作用。在所有其余的試驗处理中,硼却显著地提高了苜蓿种子的产量。对莖、叶在成熟期,总氮量和蛋白氮的測定結

果,以及硼与其他营养物质同时施用,苜蓿种子千粒重的增加,都证实了硼能使植物有机体中新陈代谢作用更加旺盛,从而加速了种子的成熟,大大地提高了种子的产量。

因此可以确定,在苏姆省的森林壤土和巴斯基里的黑钙土地区,仅仅以PK和N肥作底肥,硼对車軸草和苜蓿的生长、发育和产量就有着极好的影响。

只有在施用硼肥的条件下,才能提高无机肥料和拌根瘤菌的效果。

[楊春明譯 邓鴻举校]

硼鎂肥料是提高車軸草种子产量的因素

Е.П.特列巴切夫

由于我国草田輪作制的实行,提高多年生牧草种子产量的問題,有着头等的意义。如所周知,妨碍我們掌握草田輪作制的主要原因,是多年生牧草种子产量的不足,特别是車軸草和苜蓿种子生产的不足。所以在实践中研究和推广提高牧草种子产量的各种手段和方法,是农業科学最重要的任务。

目前已經积累的研究資料証明,在施用石灰的酸性土壤上施用硼素,对于車軸草、苜蓿和其他牧草的种子田,都产生極良好的效果。

根据所进行的試驗結果(表 1)証明,对于車軸草和苜蓿的留种田施用硼素,不論在施用石灰或不施用石灰的灰化土上它們的种子产量都提高了。

表 1 硼肥对于豆科牧草种子产量的影响

試 驗 处 理	車 軸 草	苜 蓿
	增产量 (公担/公頃)	
不施用石灰	0.61	0.53
施用石灰	0.89	1.51

应当把非黑土地帶的酸性土壤分布区,看作是施用硼肥的主要地区。我国的灰化土地帶分布極广,因此,关于在灰化土上正确而有效地利用硼肥的問題,具有重要的国民經济意义。硼肥的主要种类,是硼鎂肥料,它含有 8—15% 的硼酸,硼鎂肥料的生产,在我国一年比一年增加。

在研究硼鎂肥料的作用的試驗中，当車軸草利用的第一年和第二年的春天，把这种肥料施到土壤表層上，用量为每公頃 50—75 公斤，即相等于每公頃含 1.5—2 公斤的硼素。

研究試驗和生产試驗的結果証明，硼鎂肥料能够提高車軸草干草和种子的产量。每公頃干草的增产量，在 3—8 公担之間。

但是，硼鎂肥料最突出的作用，还是表现在对車軸草种子产量的提高上。如共产主义区瓦斯聶沃集体农庄，每公頃种子的增产量为 1.07 公担，依斯特林区“火焰”集体农庄为 0.5 公担，美琪新区卡岡諾維奇集体农庄——1.0 公担，路霍維茨区“十月”集体农庄——0.40 公担，庫切夫区非黑土地帶谷物研究所——0.85 公担。在所列举的各区所进行的試驗平均增产量，为每公頃 0.67 公担。

关于硼肥对各种作物的合适的用量問題，研究得还不够。在文献中可以看到的一些資料，是从每公頃用 0.5 公斤到 4 公斤不等。

莫斯科省路霍維茨区“十月”集体农庄，对車軸草留种田曾进行了硼鎂肥料用量的試驗研究。

集体农庄的土壤是中等灰化的輕壤土。硼鎂肥料用量的研究，按硼素計算为每公頃 1、2 和 3 公斤，在車軸草利用的第二年 5 月 10 日，施到土壤的表層。在以 PK_{60} 为底肥的情况下，不同用量的硼鎂肥料，对車軸草种子产量的影响如下：

試驗处理	增产量(%)
对照	—
每公頃施硼 1 公斤	57.9
每公頃施硼 2 公斤	42.0
每公頃施硼 3 公斤	44.8

由上可見，施用硼鎂肥料时，每公頃用硼量超过 1 公斤，并沒使种子产量增加。

可以推测，为了使豇科牧草种子获得丰收，要求每公頃用硼量不超过 2 公斤。因此在車軸草种子田表層施用硼鎂肥料时，最合适的用硼量为每公頃 1.5 公斤，或用布依斯基工厂出产的硼鎂肥料 0.5 公

担。

弄清硼鎂肥料中的化學元素的作用，是有一定意義的。硼鎂肥料是靠着硼酸的作用呢，或是硫酸鎂也起着某種作用呢？在這種肥料中硫酸鎂的含量，比硼酸要多5—7倍。為此，伊斯特林區“火焰”集體農莊在1950年曾用純硼酸和硼鎂肥料進行了試驗。土壤是中等灰化的中壤土， $pH=4.4$ 。在利用車軸草的第一年的4月24日，把硼施在表層，每公頃用硼2公斤，和基肥燒過的白云石，每公頃4公担。

試驗的結果證明，硼鎂肥料的作用較單施硼酸的強。施用硼鎂肥料的车軸草種子的增產量，比對照區多50%，而單施硼酸的比對照區多30%。值得注意的是，在肥料和殺虫滅菌劑科學研究所中，所進行的盆栽試驗，同樣看出了硼酸不如硼鎂肥料的效果好。

在我們的試驗中，于車軸草孕蕾期觀察根系和綠色部分的發育情況，確定了以下的問題：兩種肥料（硼酸和硼鎂肥料），對植物的發育來說，無論是根系還是地上部分，都比只施用石灰好，而硼鎂肥料對車軸草綠色部分的發育，所起的作用更好。如在 $15 \times 25 \times 20$ 厘米的土地中干根的重量：施用硼酸的為9.1克，施用硼鎂肥料的為9.3克；在1平方米內地上部分的干重量：施硼酸的為514克，施硼鎂肥料的為620克。

在這個試驗中，曾取了植物體的不同器官作樣本，研究其中硼的含量。分析的結果列入表2。

表2 硼肥對於車軸草各器官硼素含量的影響
(孕穗期；以白云石為底肥)

試 驗 處 理	每1公斤干物質的含硼量，以毫克計		
	根	莖	葉
對 照	18.7	31.2	37.5
硼 酸	25.0	50.0	84.3
硼鎂肥料	25.0	50.0	93.7

從這些材料中可以看出，以這兩種肥料作追肥，顯著地提高了車

軸草各器官对于硼素的吸收能力,特别是叶中吸收得更多。在施用硼酸和硼鎂肥料时,根和莖中的硼素含量沒有区别。而施硼鎂肥料的其叶含硼量較高。

根据这些研究的結果,以及車軸草种子、根和綠色部分产量的材料,得出了以下的結論:(1)硼鎂肥料是一种速效的硼肥,它的作用力不低于純硼酸;(2)在硼鎂肥料中起作用的不單純是硼,而且很明显的还有其他成分,即硫酸鎂。

我們同样試圖弄清硼鎂肥料对車軸草固氮能力的影响。为此,我們曾取了兩個試驗中的植物样本:一个試驗是以石灰为底肥,研究硼鎂肥料和硼酸的对比作用,一个試驗是以 PK 为底肥,研究硼鎂肥料不同用量的作用。植物样本是在孕蕾期取来的,分析了它們总氮量、蛋白氮和非蛋白氮的含量。

第一个試驗中,分析的結果如表 3 所示。

表 3 微量元素肥料对于車軸草各部分各种氮的含量(以%計)的影响
(每公頃以 4 公担白云石为底肥)

試 驗 处 理	叶			莖			根
	总氮量	蛋白氮	非蛋白氮	总氮量	蛋白氮	非蛋白氮	总氮量
無肥	3.8	3.4	0.4	1.7	1.2	0.5	
对照	4.3	4.0	0.3	1.9	1.5	0.3	1.4
硼酸(每公頃 2 公 斤硼)	4.2	3.6	0.6	1.9	1.5	0.4	1.6
硼鎂肥料(每公頃 2 公斤硼)	4.3	3.7	0.6	1.8	1.1	0.7	1.6

由所列举的材料可以看出,叶和莖中的总氮量和蛋白氮的含量,施硼酸的和施硼鎂肥料的并不比單施石灰(白云石)的有所增加。在植物的綠色部分,特别是在叶中,帶硼的处理中非蛋白氮的含量,比不帶硼的多 50%—100%。根中的总氮量,由于硼的影响,有所增加。从这些材料中可以看出,在果实形成期,車軸草不同器官含氮物質的

同化作用和異化作用，施硼肥的比不施硼肥的進行得較為順利。因為在硼的影響下(特別是以硼鎂肥料形態施用的)地上部分的產量，比對照區大大地增加了，這就無疑地証明了，在植物的合成作用中，較充分地利用了氮素。而於施硼肥的處理中，在孕蕾期葉中非蛋白氮含量的提高，這可說明硼給可變態的氮物質的形成和從葉到繁殖器官的運輸，創造了條件。

另一個試驗是以 PK 為底肥研究硼鎂肥料的不同用量，對這個試驗的植物樣本的分析結果得出了一些不同的情況如表 4。

表 4 硼鎂肥料對於車軸草地上部分含氮量的影響
(孕穗期;以 PK₆₀ 為底肥)

試 驗 處 理	含 氮 量 %		
	第 1 次重複	第 2 次重複	平 均
對 照	2.6	2.7	2.6
硼鎂肥料:			
每公頃37公斤(1公斤硼)	3.1	2.9	3.0
每公頃75公斤(2公斤硼)	2.7	2.9	2.8
每公頃112公斤(3公斤硼)	3.0	3.0	3.0

從表中可以看出，每公頃施 37 公斤(1 公斤硼)硼鎂肥料時，車軸草中總氮量提高了。再增加硼的用量，含氮量並沒繼續增加。

從表 5 中可以看出硼鎂肥料用量的提高，對車軸草含硼量的增加規律(表 5)。

由此看來，硼鎂肥料能夠加強荳科植物生物學的固氮能力，但是，植物體中硼的含量與植物的固氮能力之間的直接依賴性，還沒有弄明白。

現在我們研討一下施硼肥的方法。

莫斯科省路霍維茨區“紅色草原”集體農莊，曾進行了少量石灰和硼的作用的研究，他們是把這兩種肥料與車軸草種子一起，用普通穀物播種機施下的。試驗處理：1)不施石灰和硼；2)每公頃 1 公担石

表 5 硼肥对車軸草含硼量的影响
(以PK₆₀为底肥)

試 驗 处 理	1 公頃干物質中的含硼量,以毫克計		
	第 1 次重复	第 2 次重复	平 均
对 照	25	31	28
硼鎂肥料:			
每公頃37公斤	37	43	40
每公頃75公斤	43	—	43
每公頃112公斤	56	75	65

灰;3)每公頃 1 公担石灰 + 10 公斤硼鎂肥料。用寬行距播种法,播种車軸草。試驗区的面积为 1 公頃。观察的結果証明,与車軸草种子同时施用少量的石灰和硼,显著地改善了作为复盖作物的車軸草的發育情况。在黑麦收割后收获的車軸草干草的产量如下:

干草产量(公斤/公頃)

不施石灰	317
施有石灰(与种子同时施用)	504
石灰 + 硼鎂肥料(与种子同时施用)	690

莫斯科省列宁区紅色灯塔国营农場,研究了用联合条播机施用硼鎂肥料的作用。肥料和种子(車軸草帶貓尾草)同时播种,但沒混合:肥料埋在种子側面,而且較种子深些。試驗处理:1)每公頃100公斤P_c+175公斤石灰;2)每公頃100公斤P_c+石灰+50公斤硼鎂肥料。小区的統計面积为0.5公頃。这个試驗中的种子产量,第二个处理比第一个处理高30%。

把硼摻到用泥炭做成的顆粒磷肥当中,进行盆栽試驗,研究硼的作用表明,車軸草对硼的用量有極大的敏感性。施用有15% (0.4% 硼)硼鎂肥料的顆粒磷肥,对車軸草引起了毒害的作用,表現在叶緣組織的变黄和植物初期發育的惡化。施硼量比这減少一半时,这种現象便沒有出現。

根據所獲得的成績，可以做出如下的結論：硼鎂肥料能夠提高車軸草的產量，特別是它的種子的產量。在草田農作制中對於多年生牧草的留種田，應當施用這種肥料。

参 考 文 献

- Церлинг В. В. 1941. Действие микроудобрений на урожай различных сельскохозяйственных растений в зависимости от почвенных условий по данным полевых опытов. Применение микроудобрений. ВАСХНИЛ.
- Каталымов М. В. 1948. Значение бора в земледелии СССР. Сельхозгиз.

[楊春明譯 陳叶文校]

硼肥对于不同土壤上的留种車軸草和 留种苜蓿的影响

E. B. 基雅科娃

全苏威廉斯飼料研究所 1937—1938 年的試驗以及苏联的其他試驗机关的工作都証明了,在苏联的許多土壤区内,給留种的車軸草和留种苜蓿施用硼肥均能显著地提高它們种子的产量,因此,在配合其他的农業措施时,施用硼肥对于提高車軸草和苜蓿种子的产量来说是一个必不可少的有效方法。

在灰化壤土和灰化砂壤土上施用石灰,使土壤反应接近中性, $(pH=6.5-7.0)$ 就是加入石灰量不低于土壤 $0.75-1.0$ 水解酸度,这样再給留种的苜蓿和車軸草施用硼肥,則其效果最显著,而且也最稳定。关于这一点可以由表 1 的資料來說明。

在这些过去是酸性、但施用了石灰的土壤上,虽然苜蓿干草的产量很好,可是其种子的产量并不算高,这主要是由于花的脫落和結实的子房很少的緣故。如果施用硼素,就可以保証其繁殖器官正常發育。

白俄罗斯苏維埃社会主义共和国科学院(扎別洛)土尔斯克試驗站,在施用了石灰的土壤上所进行的苜蓿試驗(1938—1940 年)得到了良好的結果。另外,在起源于沼澤的北方暗色土和北方天然碳酸鹽土上(естественная северная карбонатная почва)也發現硼素具有高度的效果。例如,爱沙尼亞苏維埃社会主义共和国科学院农業研究所(庫茲庫)于 1946—1947 年在含碳酸鹽的砂礫土上进行試驗,每公頃施用 15 公斤的硼砂,使苜蓿种子增产 84%。

其他一些試驗站也确定了:在弱酸性、未施用石灰或只施用了少量的石灰, $pH=5.0-6.6$ 的灰化壤土和灰化砂壤土上,硼对采种苜

表 1 在施用了石灰的灰化土上硼素对采种苜蓿和采种車軸草的影响

土 壤	进行試驗的地点	作物	石灰(公斤) 用量	硼素(公斤) 用量	施肥 条件	种子产量 (公担/公頃)		因施硼增产	
						無硼	有硼	公担 公頃	%
灰化壤土	全苏飼料研究所	車軸草	1.0	2	NPK	1.6	2.7	1.0	41
施用了石灰	同 上					2.7	3.5	0.8	31
同 上	同 上				PK				
施用了石灰的砂壤土	土尔斯克試驗站					0.8	1.4	0.6	75
施用了石灰的壤土	全苏飼料研究所	苜蓿	1.5	3.0	NPK	0.5	1.7	1.3	269
同 上	同 上					0.8	4.7	3.9	473
施用了石灰的砂壤土						0.7	1.7	0.95	130
施用了石灰的壤土	普希金农業研究所				PK	3.4	4.1	0.7	19

苜蓿和采种車軸草也有良好的作用。表 2 所列的資料即为这些試驗的結果。

在弱酸性的壤土上，給采种的車軸草施用硼素也产生了相当良好的影响，該試驗是在 1948—1949 年进行的(伊万諾夫农業試驗站，B. П. 索柯丽斯卡娅)。

表 2 硼素在弱酸性的生草灰化壤土上的影响

試驗的地点	作物	土壤的 pH (KCl提出液)	試驗方案	种子产量 (公担/公頃)		因施硼增产	
				無硼	有硼	公担 公頃	%
別洛露西亞共和国“河口”試驗站	車軸草	5.4	厩肥 40 吨/公頃	2.2	3.4	1.2	55
同 上			泥 炭	2.1	2.8	0.7	35
同 上			NPK	1.9	2.6	0.8	36
卡贊选种站	苜蓿	5.5	PK	—	—	—	23
明斯克农業研究所		5.4	PK	4.4	5.5	1.0	23

起源于沼澤的北方暗色土和北方天然碳酸鹽土可利用的耕地很少(主要是在列宁格勒州、莫洛托夫州、基洛夫州、白俄罗斯共和国的西部、拉脫維亞、爱沙尼亞等共和国),在这些土壤中施入足量的石灰,使其反应接近中性,还做得不够。因此,在弱酸性的灰化土上,特别是当牧草的产量很高的时候,在大面积上施用硼肥是很必要的。这时,車軸草和苜蓿就可以从土壤中吸收較多的硼素(根据飼料研究所的研究,車軸草每 1 公斤干物質可吸收 35 毫克硼,苜蓿可吸收 40—45 毫克硼)。总之,为了获得更高的种子产量,仅仅依靠土壤中天然儲存的硼素显然是不够的。

根据吉尔吉斯共和国和烏茲別克共和国的全苏棉花研究所和全苏肥料、農業化学研究所在灌溉条件下的灰鈣壤土上的試驗材料(該試驗是在阿克-卡瓦克試驗站和吉尔吉斯農業研究所內进行的),發現施用硼素可以使苜蓿种子的产量提高 9—11%。因此为了获得高产量的苜蓿种子,应当在这些土壤上施用硼素(表 3)。

表 3 在灰鈣壤土上硼素对采种苜蓿的影响

試 驗 地 点	种子产量 (公担/公頃)		施硼后增产数	
	無 硼	有 硼	公担/公頃	%
吉尔吉茲農業研究所	6.4	6.9	0.5	8.9
阿克-卡瓦克試驗站	7.2	8.1	0.9	11.9

在苏联的許多土壤区内,硼肥对于采种車軸草和采种苜蓿的效果研究得还不够。然而,現有的試驗資料已經說明了硼素在这些地区內的良好效果。例如,飼料研究所分所(前为波尔塔夫試驗站)在烏克蘭共和国森林草原的暗灰色森林壤土上所进行的試驗証明,每公頃施用 2 公斤的硼素就可以使苜蓿种子的产量每公頃增加 0.99—1.19 公担,也就是說增产 21.0%。在郭尔科夫畜牧試驗站的某些試驗处理中(郭尔科夫州的灰色森林土),由于施用硼素而使車軸草种子的产量提高 25%,苜蓿种子的产量提高 15%。

在罗斯托夫州西伯利亞附近的黑鈣土上(国立罗斯托夫选种站的試驗),施用硼素也使苜蓿种子的产量增加了。

在暗栗色土上(国立克拉斯諾庫茲选种站在 1937—1938 年的試驗),硼素对采种的苜蓿也有相当的效果。

在退化的黑鈣土上,硼素的效用有时相当显著(例如,在庫尔州畜牧試驗站的某些試驗处理中,施用硼素使車軸草的种子增产20%),但有时硼素的效用就不太显著(例如,在国立莫尔道夫选种站所进行的試驗中,苜蓿种子仅仅增产9%)。在庫依貝舍夫畜牧試驗站和西伯利亞畜牧研究所的退化黑鈣土上所进行的苜蓿試驗里,硼素并没有什么效果。在其他一些黑鈣土上,給采种苜蓿和采种車軸草施用硼素的效果也不很大。在普通黑鈣土上(沃龙涅什州的飼料研究所米特洛凡諾斯克試驗基地,哈尔科夫畜牧研究所、哈尔科夫州的肥料、杀虫灭菌剂科学研究所格拉柯夫試驗地),在过渡类型的南方普通黑鈣土上(契卡洛夫畜牧研究所的試驗),在泛水黑鈣土上(巴夫洛夫試驗地和国立莫尔山选种站),在西伯利亞的黑鈣土上(西伯利亞农业科学研究所的試驗)也都發現了同样的情况。

飼料研究所曾經在苜蓿和車軸草的良种繁育中进行多年的施用硼肥的試驗,其結果証明,在北方非黑土地帶,只有对这些植物正常生产种子所必須的全部外界条件都具备时,硼素的效果才最显著,也就是說,在充分供应車軸草和苜蓿所必需的养分的同时,还应供給这些植物在种子的形成和發育上以适量的水分。在于热的年分,于开花和結实期間給車軸草和苜蓿施用硼素是最有效的。如果这期間处在長期多雨的条件下,則会引起“徒長”,使側枝發育过旺,植株倒伏,并严重地影响了授粉工作,这时,即使硼素有好的作用也不能發揮。因此,在北方非黑土地帶,必須特別注意采种苜蓿和采种車軸草的土壤生态的發育条件。把留种地佈置在排水良好的田地上,避免植株过密,同时,对車軸草要实行正确的收割和摘心,調节它的植株密度和發育速度,以便把植株的开花期和結实期推迟到更合适的时期。

在吉尔吉斯共和国內硼素对豆科 飼料牧草种子产量的影响

С. Г. 耶尼喀耶夫

妨碍牧草輪作制的实施和进一步为畜牧业扩大飼料基地的主要原因就是在集体农庄和国营农場內，多年生牧草种子的生产不足。大家都知道，飼料牧草，特别是豆科牧草(苜蓿，車軸草，驢豆等)种子的产量是很低的。同时已經确定，这些作物种子的产量不高是由許多原因造成的。其中有一个原因应当認為是植物从土壤中吸收不到足够的硼素。为了研究硼肥对苜蓿和驢豆(它們在飼料作物中都是有价值的)种子产量的影响，我們曾經进行了試驗。試驗結果証明，施硼于土壤中，可以提高苜蓿种子的产量，并且硼素对苜蓿結籽的作用，在干旱的 1938 年表現得最为突出。

在灌溉的耕作条件下(例如，在吉尔吉斯)，苜蓿采种地常常由于灌水不足而受害。此外，在开花期和开花期之后，土壤过于潮湿也会引起苜蓿徒長，因而造成落果。

波布科(Бобко)和安德烈耶娃(Андреева, 1944)在吉尔吉斯也曾經确定了硼素对提高苜蓿种子产量的作用。和我們的試驗不同的地方是他們在灌水次数合适的条件下(灌水 6 次)研究了硼素的影响，并且确定了由于施硼而使苜蓿种子的产量約提高了 19%。

我們在沃龙涅日国立吉尔吉斯选种試驗站的第二次收割的水澆苜蓿地上进行了兩年(1944 和 1945 年)試驗，在第一次收割的旱地驢豆田上进行了一年(1949 年)試驗。苜蓿和驢豆都是用寬行密条播法播种的，行距为 50 厘米。

1944 年，我們在不同灌水次数(灌水 1 次、2 次、3 次、4 次和 5 次)的条件下研究硼素的影响。于第一次收割干草后，把硼酸态硼施

在土中 7—8 厘米的深处,每公顷 10 公斤硼酸。施入后,各小区灌第一次水(6 月 5 日)。試驗小区和对照小区的面积都是 15 平方米。重复 3 次。实行溝灌。

我們在不同灌水次数的条件下研究硼素对苜蓿种子产量影响的試驗証明,施硼可以加速植物的發育,因而在所有施过硼肥的試驗处理中都使种子的产量增加了。然而,在不同的灌水处理中,硼素的影响是不一样的。統計种子产量的結果說明,在一个枝条上施硼的就比对照处理的增产 7—44%。在灌水 3 次和灌水 5 次的处理中,种子的增产最多,达 30% 和 44%。

另外还發現,苜蓿提早开花 2—4 天,并且开花整齐,而种子的品質也得到了显著的改进,尤其是灌水 1 次的苜蓿。

根据 1944 年的試驗,我們可以作出如下的結論:在灌水 1 次的情况下,也就是說在土壤湿度不太高的时候,硼素对苜蓿种子产量的效用最显著,这就为我們以后作进一步的研究提供了一条綫索。为了更深入地研究这个現象,我們在以后(1945 年)只研究了硼素对灌水 1 次的苜蓿有何影响。試驗地区和試驗方法都和 1944 年相同。試驗結果如表 1 所示。

表 1 在水分不足的条件下(灌 1 次水)硼素对苜蓿种子产量的影响

試 驗 处 理	干物重 (克)	株 高 (厘米)	1 个枝条上的数目			行長 1 米內的 果 实 数	
			花 序 (个)	果 实		个	%
				个	%		
对 照	67	40	5	30	100	1330	100
硼 酸	71	45	5	38	126	2204	120

表 1 資料証明,在水分过于不足的情况下,給苜蓿施用硼素只能使植物对于物質的累积略有好轉。硼素对新花序的形成沒有表現出什么良好的作用,但現有花序上的果实,試驗植株要比对照有显著的增加(增多 26%)。在行長 1 米內的果实数增多 20%。

因此,我們根据这两年的試驗可以作出結論說,即使在土壤水分不足的情况下,每公頃施用 10 公斤硼酸态的硼素也可以显著地增加苜蓿种子的产量。

在 1949 年,国立吉尔吉斯选种站飼料牧草組的科学工作者們又用另一种豆科作物——砂地驢豆 (песчаный эспарцет) 繼續进行这件工作。

大家都知道,驢豆与禾本科牧草混播在畜牧業中对大田輪作和飼料輪作是有很价值的,另外,驢豆和苜蓿不同的地方是它能很好地耐干旱。因此,在 1948 年的春季,我們利用在旱地上寬行条播驢豆的方法研究硼素对抗旱作物的影响。次年 3 月,給驢豆施用了硼酸态和硼砂态硼肥每 100 平方米 0.1 公斤。肥料在事先掺入砂土,然后用手撒施,并随后耙地兩次。試驗是用兩种方法进行的,重复 4 次。小区面积为 100 平方米。

7 月 1 日,当花序上大部分果实成熟时,用镰刀收割驢豆,并捆成束。在每一个小区里都事先在三个地方测量植株的高度。捆成束后經過 5 天再用手进行脫粒。

試驗結果如表 2 所示。

自表 2 可以看出,硼肥对驢豆有很好的影响。而硼酸对种子产

表 2 在旱地上微量元素肥料对驢豆种子产量的影响

試 驗 方 案	平均株高 (厘米)	小区上的 种子产量 (公斤)	种子总产量 (公担/公頃)	与对照的比例 (%)
对 照	129	3.1	3.1	100
硼 酸	138	6.1	6.1	196
硼 砂	134	4.6	4.6	147

量的作用要比硼砂更有效一些。例如,和对照比較时,硼酸使种子产量增加了 96%,而硼砂只有 47%。由于施用了硼肥,植株高度也增加了。和苜蓿試驗不同之点在于驢豆是播种在旱地(不灌水)上的,

結果,硼肥产生了極大的效果,提高了种子的产量。

因此,在吉尔吉斯的灌溉条件下,施用硼素对于提高苜蓿和驢豆种子的生产率是有重大的实际意义的。

为了在水分供应不足的土地上,能够收获較多的苜蓿和驢豆种子,必須实行附有牧草种子田(траволольный клин)的輪作制,同时种子田中要施用硼肥。

在吉尔吉斯,特別是在楚依平原經常遇到少雨的年分。有时連灌溉用水也很少,以至于对有价值的技术作物都不得不減少灌水的次数。在这样年分,如果配合其他的农业技术方法,正确地給留种苜蓿施用硼肥,那么,就是減少灌水次数也是会得到很大好处的。

結 論

1. 在吉尔吉斯共和国內,施硼肥于土壤中,即使在灌水不足的条件下也能显著地提高苜蓿种子的产量,而对于驢豆来說,即在旱地(不灌水)上也表現这种情况。

2. 硼素能使植株的干重略有增加。

3. 硼酸对驢豆种子产量的作用要比硼砂好一些。

4. 結合其他的农业技术方法,正确地給留种苜蓿和留种驢豆施用硼肥,就是在減少灌水次数或是在旱地(不灌水)上也能显著地提高这两种牧草的种子产量。

参 考 文 献

- Бобко Е. и Андреева Н. 1944. Повышение урожая семян люцерны с помощью борных удобрений в условиях Киргизии. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 11—12.
- Дьякова Е. В. 1944. Повышение урожая семян люцерны в нечерноземной зоне внесением борных удобрений. «Вест. сельскохозяйств. науки. Кормодобывание», вып. 2.
- Соколов А. В., Дьякова Е. В. и Дмитриев К. А. 1937. Действие бора на урожай семян и сона бобовых трав. «Химизация земледелия», № 5.

硼肥对提高飼用甜菜产量的作用

И. А. 坡斯彼洛夫

Д. Н. 普良尼什尼科夫肥料杀虫灭菌剂研究所的多尔戈普魯德 (Долгопрудная) 农业化学試驗站, 几年以来在田間試驗中研究了硼肥对飼用甜菜的产量和質量的影响。

在这篇文章中, 即叙述研究下列諸問題的試驗結果:

- 1) 在施用矿物质肥料时, 飼用甜菜对硼的需要。
- 2) 硼肥的类型和施用量。
- 3) 施硼后第二年硼的作用(硼肥的后效問題)。

在施用矿物质肥料时飼用甜菜对硼的需要

許多試驗証明, 当有酸性反应的生草灰化土施用石灰后, 硼对生長在这种土壤上的作物产量起着良好的作用, 若这种土壤沒有施用石灰, 則在中常产量情况下, 硼不起作用, 或所起作用極小。

我們試驗的目的, 是为了驗證这个假定: 以施矿物质肥料的方法来保証供应植物所需的主要营养元素时, 則不仅在已施过石灰的生草灰化土上, 植物需要硼, 即在未施石灰的生草灰化土上也是如此。

假使土壤中所儲存的可吸收硼素, 在無肥的生草灰化土上获得較低的产量时, 已足够应用, 那末由于施用矿物质肥料而使产量增多时, 特别是在施用大量的矿物质肥料时, 硼素可能即不敷用。

試驗是在多尔戈普魯德农业化学試驗站的、需施用石灰的酸性 ($\text{pH}=4.5$) 粘質中度生草灰化土上进行的。

試驗設計: 1) 無肥区; 2) NPK; 3) 碳酸鈣 (CaCO_3), 按双倍的水解酸度施用; 4) NPK + CaCO_3 ; 5) B (硼); 6) NPK + B; 7) CaCO_3 + B; 8)

$\text{NPK} + \text{CaCO}_3 + \text{B}$ 。

試驗設計中有無肥小区;有施肥区——有施主要养分——氮、磷、鉀的;有只施一种石灰的;有施完全礦物質肥料和石灰的;此外,还有一些額外施硼素的。

1937 年开始試驗,1939 年仍在旧小区的同一塊地段上进行試驗,每区仍施同一类型的礦物質肥料,唯用量加多。石灰是在 1937 年开始試驗时施入的。

1938 年仍按同一設計,唯在另一塊地上进行試驗。

三年的試驗都是在 3 米長的小区中进行,重复 6 次。作物是飼用甜菜,品种是黄色爱坎道尔芙斯卡亞(экендорфская желтая)。

肥料类型:硝酸鈉,普通过磷酸鹽和氯化鉀,硼酸态的硼,白堊态的石灰。施肥量:1937 年和 1938 年按肥料中主要养分計算,每公頃施氮 150 公斤,鉀(K_2O)150 公斤,1937 年每公頃施磷酸(P_2O_5)120 公斤,1938 年每公頃施 150 公斤(P_2O_5)。

1939 年礦物質肥料的施用量仍很高。施肥量是以每公頃收飼用甜菜 1000 公担时,从土壤中所吸取的主要养分的数量来計算的。根据計算結果确定施肥量如下:每公頃施 400 公斤氮(約計),400 公斤 P_2O_5 磷肥,1000 公斤 K_2O 鉀肥。

將石灰按双倍的水解酸度施在兩個小区内(每公頃約施 15 吨(CaCO_3)),每年每公頃施 3 公斤硼,三年以来試驗中所施肥料的类型都沒有变更。

石灰,礦物質肥料和硼素在春天整地时施用;氮肥分几次用:大部分在春天和其他肥料同时使用,其余的氮肥則在夏天,在施过完全礦物質肥料的小区内,作一次或兩次追肥施用。

用秧苗来移植甜菜。(每区栽植 16 株,分兩行栽植,株距 25 厘米,行距 50 厘米)。

必須指出,1938 年和 1939 年的春夏,莫斯科州發生極少有的干旱。因此不得不經常澆灌甜菜。1937 年無論降雨的時間和数量都对甜菜是極有利的。

在甜菜生育期間对其整个發育經常进行观察。特別注意到甜菜心腐病的發生与蔓延。

甜菜的心腐病 关于甜菜感染心腐病的原因，在沒有确定是由于土壤中缺少植物可吸收的硼素而引起的理論以前，長时期为科学上爭辯的对象。

飼用甜菜的心腐病，或者称之为根的干腐病在这三年的試驗里，都是在夏季后半季(7--8月)發現的。

在發病初期，只是作物中心幼嫩的小叶子被感染，叶子开始萎凋并卷起来，以后即变黑而枯干了。病害發生后，扩展得很快。病勢再进一步的發展下去，外面的叶子也开始凋萎，叶子失去膨压，密密地佈滿了锈斑，并逐漸枯干，最后只剩下叶柄。



圖 1 飼用甜菜的心腐病
左为施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 肥区的病株，
右为施 $\text{NPK} + \text{CaCl}_3 + \text{B}$ 肥区的健康植株

在相当潮湿的条件下，根部也会感染病害。根髓开始变黑、枯萎、起初是在靠近根頸处，随后沿着边缘扩展到深处。变黑了的組織变干并略帶腐朽狀(參看圖 1 和 2)。

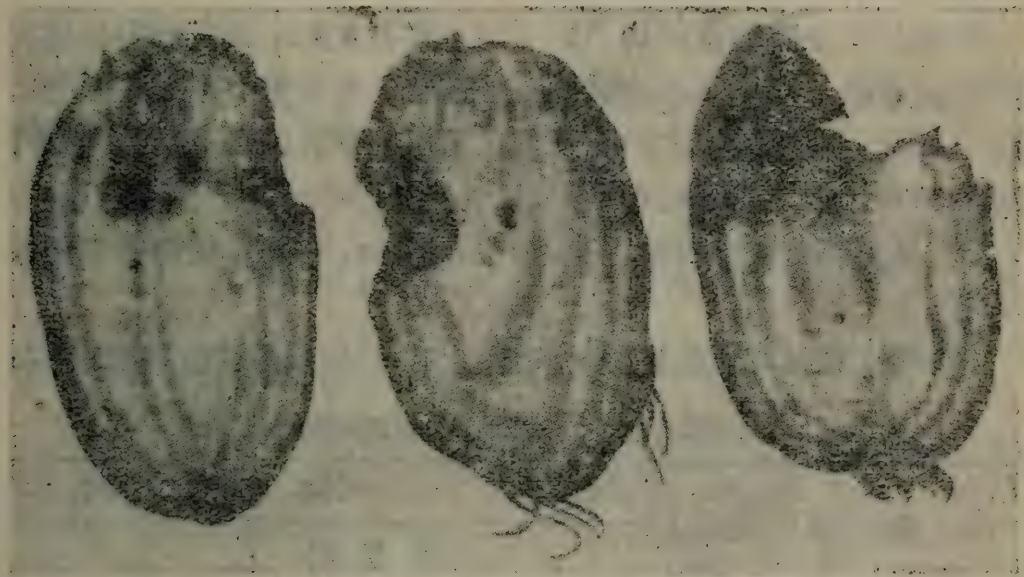


圖 2 感染心腐病的飼用甜菜根

在施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 肥的小区内，心腐病發現得最早。病發展得很快；病株一週週地增多起来。1937 年收获时，在施用 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 肥的小区内，几乎所有的植株(97%)都感染心腐病了。

1939 年也是这区的感染率最高(87.5%)。

1938 年由于气候干燥，石灰和矿物質肥料的作用均非常低弱，因此甜菜的病害也不太严重，虽然如此，1938 年收获时，施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 肥的小区内，病株仍有 30%。

在未施石灰的，而仅施 NPK 的小区内也發現有心腐病，唯發病很晚。1937 年末施石灰，而只施 NPK 的小区内有 25% 病株。1938 年該区有 6% 病株，而 1939 年該区有 42.5% 病株。在只施石灰的小区上染病的植株不多(1939 年該区有 19%，1939 年該区有 11.2%)。

1938 年施石灰的小区内完全未發現病株。

收获时，病株产量統計結果列于表 1。

施硼肥的小区内，各个处理中的甜菜都發育得正常，植株也很健

康,完全沒有感染心腐病。硼不仅消灭病害,并且还使甜菜增产。

無肥区的植株也沒有感染心腐病。似乎是,土壤本身所含的可吸收性硼对于对照区获得低产量时,是足够使用的。

在施用完全矿物質肥料 NPK,而未施石灰的小区內發現心腐病是值得注意的。甜菜的心腐病——是土壤中非常缺少可吸收性硼的標誌。因此,在未施石灰的土壤里,施用矿物質肥料会增加作物对硼素的需要。因之前述的那个假定已被确証了——即在未施石灰的土壤上,施用矿物質肥料时,随着产量的增加,作物对硼素的需要也增加了。

3 年来,甜菜产量統計結果列于表 2。飼用甜菜試驗証明:在灰

表 1 飼用甜菜心腐病的罹病率(作物收获时罹病植株数)

試 驗 設 計	1937年	1938年	1939年
	病 株 数 (%)		
NPK+CaCO ₃	97	30	87.5
NPK	25	6	42.5
CaCO ₃	19	—	11.2

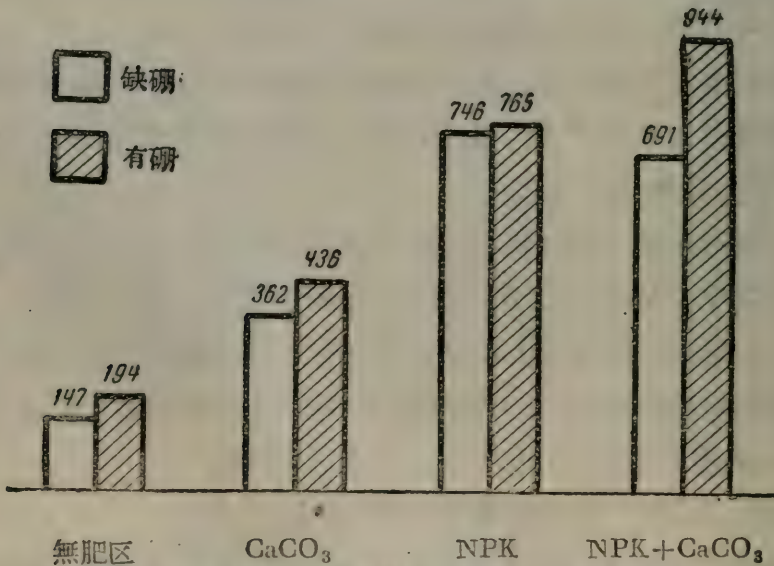


圖 3 硼肥对飼用甜菜产量提高的作用(公担/公頃)

化土上仅施石灰,仅施矿物质肥料(不施石灰),和混施石灰与矿物质肥料都表现了良好的作用。1937 年的試驗特別証明这点(圖 3)。只施石灰者使飼用甜菜增加 1.5 倍,而施完全矿物质肥料者比無肥区的产量增加 4 倍。

表 2 硼对飼用甜菜产量的影响

試 驗 設 計	根				叶			
	产 量		因 施 硼		产 量		因施硼而	
	無 硼	有 硼	增 产 数		無 硼	有 硼	增 产 数	
	公担/公頃	公担/公頃	公担/公頃	%	公担/公頃	公担/公頃	公担/公頃	%
1937 年								
無肥	147	194	47	32	52	76	24	47
CaCO ₃	362	436	74	20	95	113	18	19
NPK	746	765	19	3	177	227	50	28
NPK+CaCO ₃	691	944	253	37	122	247	125	103
1938 年								
無肥	42	88	46	108	46	58	12	26
CaCO ₃	27	84	57	210	37	64	27	71
NPK	153	175	22	14	98	117	19	19
NPK+CaCO ₃	144	218	74	51	93	130	37	40
1939 年								
無肥	17	32	15	83	27	32	5	20
CaCO ₃	122	133	11	9	67	89	22	32
NPK	260	341	81	31	191	272	81	43
NPK+CaCO ₃	296	418	122	41	147	281	134	91

3 年試驗中,無論在施石灰的条件下,或在不施石灰的条件下,硼素的作用均甚良好。这点可說明:硼不仅能消灭甜菜心腐病,并且也可以增加甜菜产量。在混施过 NPK 和石灰的地里,硼的增产效果

最大。在这些小区上 ($\text{NPK} + \text{CaCO}_3 + \text{B}$) 三年来都获得了最高产量 (圖 3)。

在1938年和1939年的試驗中,干旱严重地影响了甜菜的产量。在这兩年的生育期間降雨量只有平均年雨量的一半。在对甜菜产量形成起决定性作用的月份里(7—8月)只降落少量雨水是毫無价值的。1938年这兩个月里平均只降落5毫米雨水,而1939年7月只有24毫米雨量,8月里有6毫米,而在这兩个月內的多年平均降雨量为75—76毫米。这点就决定了該年的甜菜产量不能高于其他年的产量。

因为給甜菜經常灌水,所以試驗得以进行到底。1938年灌水7次;一般說来,每一个3米小区平均灌水190升,而1939年灌水6次,平均每区灌水17.5升。

总之,可以这样說,由于給甜菜灌水,即使在于旱年代里,矿物質肥料,石灰(1938年除外)和硼的作用也是和1937年一样的有規律性(石灰和矿物質肥料可以提高产量,硼更可額外增产)。

施硼于土壤可提高甜菜产量中含硼量。許多其他作物的試驗研究也指明了这个規律性。

1937年我們对飼用甜菜的耐藏性进行了观察。收获后11月16日挑选了一些甜菜塊根,并藏于蔬菜貯藏窖里。从無肥区选48个塊根,从施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 肥区选58个塊根,从 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3 + \text{B}$ 肥区选16个塊根。每一組塊根都分別放在箱子中。选作貯藏用的塊根,是从三个处理中挑选外表完全健康的塊根。

1938年3月26日,也就是說經過4个月又10天后統計罹病和健康的塊根。正像我們所料想的一样,到貯藏末期,罹病数目最多的是选自施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 肥区的塊根,該区的植株在生育期間就已严重地罹心腐病了。貯藏結束时,施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 区的塊根有93%罹病了,同时施硼肥小区的塊莖罹病率为25%,而無肥区的罹病率为16%。

应当指出,当貯藏結束时,甜菜不仅感染了干腐病,并且还感染

了許多其他真菌病害(霉病、軟腐病及其他)。

依据所施用的肥料来試驗甜菜的耐藏性是恰当的。如果我們的觀察証實了,那么就可以确定硼肥有一个極重要的特性,即能提高甜菜的塊根及其他塊根类的耐藏性。

結 論

1. 飼用甜菜需要硼素,無論在施过石灰,或施矿物質的条件下,硼对产量均起良好的作用。

2. 在石灰和矿物質肥料一起施用的条件下,硼的效用最显著。

3. 甜菜罹染心腐病是土壤中缺少可吸收性硼的無可爭辯的標誌,这种病症無論在只施矿物質肥料的条件下,或在已施过石灰又施矿物質肥料的条件下都能發現。無論何時,施用硼素均能防止这种病症發生。

4. 硼素在未施石灰,而施过矿物質肥料的土壤上的良好作用,以及甜菜發生心腐病的現象都說明,土壤中所儲存的可吸收的硼素,已不能滿足植物在構成产量时对硼的需要了。

5. 施用矿物質肥料可以加强植株对硼的需要。因之,为了在施过石灰的和未施过石灰的灰化土壤上获得高額产量,在施用矿物質肥料的同时,也必須施用硼肥。

硼肥的类型和施用量

硼肥最好的类型是硼酸和硼砂。生产硼酸时的工業廢品——硫酸硼鎂和含硼的岩石——含硼粘土,硼鎂石都是硼肥的来源。

在我們的試驗中,曾經研究了这些硼肥,并且把它們和作为普通水溶性硼肥的硼酸比較,而硼酸在以前的許多試驗中是表現很好的一种硼肥。

1939年(当年肥效)和1940年(后效)我們按照下列方案在田間試驗中研究了硼肥的类型和施量:

試 驗 設 計

NPK(对照)

NPK+CaCO₃(各 2 斤,作底肥)底肥+施 $\frac{1}{2}$ 公斤硼

底肥+施 1 公斤硼

底肥+施 2 公斤硼

底肥+施 4 公斤硼

H₃BO₃(硼酸)

底肥+施 1 公斤硼(施硫酸硼鎂)

底肥+施 1 公斤硼(含硼粘土 бороносная глина)

底硼+施 1 公斤硼(硼鎂石)

試驗小区 3 米長, 重复 7 次(施 NPK 者未施石灰的小区重复 4 次)。作物为 飼用甜菜(黄色爱坎道尔莫斯科婭)。試驗区的土壤——粘性, 中等灰化土, 酸度(pH=4.91)。

肥料类型和施肥量如下: 以硝酸钠为氮肥, 以普通过磷酸鹽为磷肥, 以氯化鉀为鉀肥。施用量为每公頃各施 N、P₂O₅ 和 K₂O 120 公斤。

氮肥分兩次施用, 一次在春天定植甜菜前施 90 公斤 N, 其余 30 公斤在夏天作追肥用。以石灰凝灰岩(известковый туф)为石灰肥(每公頃施 15.5 吨 CaCO₃) 在 1938 年秋天耕地时施入。

按照設計, 应施用化学上純淨的硼酸为硼肥, 每公頃分施 $\frac{1}{2}$ 公斤、1 公斤、2 公斤、4 公斤的硼素, 另外还施用了硫酸硼鎂、含硼粘土和硼鎂石为硼肥, 每公頃按 1 公斤硼施入(参看方案)。以硫酸处理硼矿制造硼酸时所获得的硫酸硼鎂含 2.22% 硼, 含硼粘土含 0.38% 硼, 硼鎂石含 8.22% 硼。

1939 年春, 以木耙將整个試驗区耙了一次, 以便使石灰和土壤混合均匀。又用鋤重掘試驗地的土壤, 深度同耕作層(18 厘米)。6 月 11 日施肥: 用手鋤施 PK 和硼肥, 氮肥施在地表, 用耙埋入。

每小区内定植 16 株甜菜秧苗(6 月 16 日定植), 种兩行, 株距为 25 厘米, 行距为 50 厘米。定植后, 每日給甜菜灌水, 因为此时它們

尚未扎根成活。

7月21日在各小区中追施氮肥,每公斤追施30公斤氮。

因为夏季干旱,不得时常澆灌各試驗小区;整个夏天共灌水5次,計每小区灌水130升。显然,这些水量是不够的,但是保証經常地,大量地澆灌甜菜又不可能作到。

甜菜的田間管理即是除草和松土(尤其在灌水后)。

由于土壤中可吸收硼素的不足致引起的石灰的有害作用表现在甜菜上,就是發生根部心腐病。在施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 的小区內,这种病症發現得最早。8月18日第一次發現此种病症。在仅施 NPK 肥而未施石灰的小区,这种病症發現得相当晚(9月12日發現)。

罹病的特征和病勢的發展和过去的甜菜試驗一样。

收获时,施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 的小区有72.5%是病株,而在施 NPK 肥未施石灰的小区有20.3%是病株。

在施用了完全矿物質肥料,而未施石灰的小区內,甜菜罹病的情况証实了我們的結論,即在未施石灰的土壤中,即使施入了矿物質肥料,作物也需要硼。

在施用不同类型和不同数量的硼肥的各小区內,完全沒有罹心腐病的病株,甚至施入少量($1\frac{1}{2}$ 公斤)硼酸态的硼素也足以使甜菜在施用硼素的当年不罹病(以后我們發現这一些微量的硼是不足以消除甜菜罹病的)。

甜菜心腐病的發生和發展与供給植株水分的程度有一定的相关。甜菜的水分供应愈好,作物缺硼的症狀就出現得愈快,因之,甜菜罹心腐病也愈早。作物的水分供应减少时,病害也發現得迟一些。

1939年的两个田間試驗結果都証明了这点。在这个試驗中,甜菜的灌水次数少而且数量也不如該年的另一个試驗那么多。發病時間也說明了这一点。在灌水多的試驗区內8月1日發病,而在这个試驗(施不同肥料和不同类型的肥料)中發病則迟18天。

甜菜于9月23日收获。甜菜根叶的产量列于表3。

从表中可以看出,在施过 NPK 肥的小区內,再施石灰并不比只施

表3 不 同 形 态 硼 素
(1939 和 1940 年的田間試驗, NPK+CaCO₃)

試 驗 設 計	1 9 3 9 年(当年肥效)							
	塊 根			叶			根質 內含 量 (%) 干 物	病 根 (%) 数
	产 量	增 产		产 量	增 产			
	公担/公頃	公担/公頃	%	公担/公頃	公担/公頃	%		
NPK(对照)	163.5	—	—	149	—	—	19.3	20.3
NPK+CaCO ₃	163	-0.5	-1	142	-7	-5	17.0	72.5
NPK+CaCO ₃								
B 0.5	193	30	18	159	10	7	19.4	—
B 1	201	38	23	167	18	12	20.3	—
B 2	214	50	31	180	31	21	19.6	—
B 4	196	32	20	183	34	23	18.7	—
B 1	209	46	28	174	25	17	19.9	—
B 1	194	30	19	172	23	15	19.4	—
B 1	192	28	17	173	24	16	20.1	—

NPK 区增产,但也未因施石灰而減产。因施不同类型的硼肥,而使每公頃塊根增产 28—50 公担(18—31%)。增产量最多的(增产 50 公担)是每公頃施 2 公斤硼酸肥料的小区。施硫酸硼鎂的增产量居第二位(每公頃增产 46 公担)。其余施不同类型和不同施量的硼肥小区,所增产的塊根数量几乎相等。

1939 年夏季干旱,甜菜的产量并不高,但是試驗仍能表明肥料作用的某些規律性。甚至在沒有因施石灰而減产的条件下,硼素也表現了良好的效果。随着硼酸施量的增加(从每公頃施 1/2 公斤增到 2 公斤),产量也提高了。每公頃施 4 公斤硼酸态的硼素,产量反而增加得很少。

在硫酸硼鎂,含硼粘土和硼鎂石中所含的硼是甜菜可吸收利用的,在硼影响产量这方面說,硫酸硼鎂并不遜于硼酸。

每公頃施 1 公斤硼的含硼粘土所增加的产量差不多和施半公斤硼酸态的硼所增加的一样多。

的 肥 效 及 后 效

作底肥,各区施 2 公斤,硼肥量,公斤/公頃)

		1 9 4 0 年(后效)								
干物質含硼量 (毫克/公斤)	塊 根				叶			根質內含干物 (%)	病株 (%) 數	干物質含硼量 (毫克/公斤)
	产 量 公担/公頃	增 产 量		产 量 公担/公頃	增 产 量					
		公担/公頃	%		公担/公頃	%				
12.7	533	—	—	235	—	—	10.8	77	21.7	
12.0	506	-26	-5	86	-149	-64	8.8	100	18.3	
17.0	1063	531	100	331	96	41	10.4	66	—	
19.9	1206	673	126	390	154	66	9.0	6	—	
19.6	1259	726	136	441	206	87	10.5	—	—	
18.0	1200	668	125	419	183	78	9.8	—	23.6	
17.0	1153	620	116	407	172	73	10.9	16	—	
14.9	1132	600	113	393	158	67	10.1	31	—	
15.8	1056	524	98	354	119	51	9.0	47	—	

收获后会测定甜菜塊根內的含硼量和干物質的数量。結果証明,施硼肥能提高收获物中的含硼量。在施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 的小区內,塊根內干物質的含量最少(17%)。

施肥后的第二年不同类型的硼肥和不同施肥量的效果

1939 年所設置的施用不同类型的硼肥及不同施肥量的試驗于 1940 年仍繼續进行,以便統計硼及石灰在第二年的效果。

春天將所有小区重新掘过,并施入完全礦物質肥料(NPK),其肥料类型和施肥量和去年相同。氮肥分兩次施入,春天每公頃施 90 公斤,夏天每公頃施 30 公斤做追肥。作物是飼用甜菜,品种是黃色爱坎道尔芙斯卡姬。

5 月 31 日定植甜菜秧苗,种植兩行,行距 50 厘米,株距为 33 厘米。每小区种植 14 株。在夏季前半季給甜菜灌水,共灌 7 次。甜菜的田間管理就是將小区土鋤松,7 月 2 日追施氮肥。

和过去試驗一样,石灰对甜菜是有利的;植株發育正常,叶子茂

盛呈深綠色。但在夏季后半季,情形就改变了:在施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 的小区里,發現甜菜有感染心腐病的象征。因为甜菜在良好的生長条件下(足够的水分,并供給营养物質)很快耗尽土壤中現存的可吸收性硼,所以病勢發展得很迅速。硼素特別缺乏时,也会引起病勢的严重。在施过石灰而未施硼的小区內,到9月22日沒有一棵健康的植株。

甚至在施过 NPK ,而未施石灰的小区內,甜菜也严重地染病了。于收获时,有77%的植株是病株。

在施过硼素的小区里,甜菜得到良好的水分和主要营养物質(NPK)的供应,因此發育得很好,很長时期內,都沒有發現它們有得病的象征。但是以后,心腐病也染及它們。最早發現罹病是施最少量硼肥的小区(每公頃施半公斤硼酸态的硼)。这些数量的硼对于防止施肥当年的罹病是足够的,但是对于防止次年罹病即感到不足。收获时,这个小区內有66%的病株。

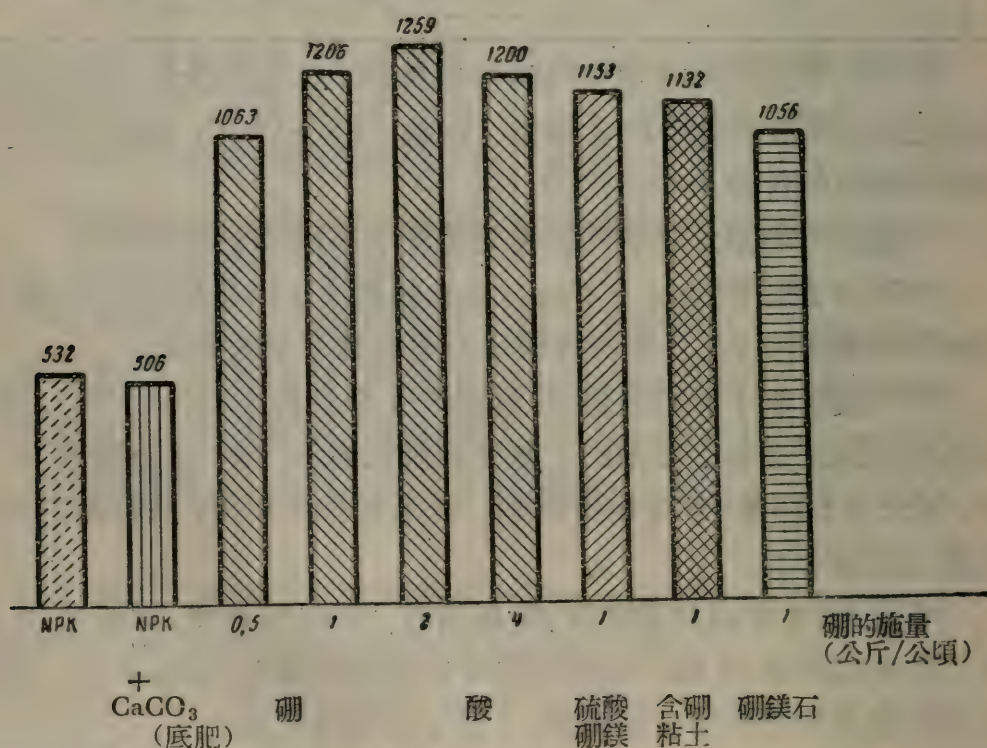


圖 4 不同类型和不同施量的硼肥对提高飼用甜菜塊根产量的后效

为了消除甜菜罹心腐病的现象，每公頃即使施 1 公斤硼酸态的硼也是不够的。收获时，施 1 公斤硼肥的小区內有 6 % 的病株。

在每公頃施 2—4 公斤硼酸态的硼素小区內，完全沒有發現病株。因此每公頃施 2 公斤硼酸态的硼素时，甚至在施硼肥的第二年也足能防止甜菜不染心腐病。

其他参与比較的各种类型的硼肥，每公頃施 1 公斤硼素时，在施后第二年也不能消除甜菜的心腐病。收获时，在施硫酸硼鎂的小区里病株有 16%，施含硼粘土的小区里病株有 31%，而在施硼鎂石的小区里有 47% 病株。硼鎂石的效果不如等量的其他类型的硼肥。这說明，硼鎂石中的硼是植物不易吸收和利用的。

甜菜于 10 月 10 日收获。兩年試驗的收获量均列于表 3。

因为 1940 年的秋季是潮湿的，作物所需的营养物質供給的也充足，所以 1940 年的甜菜产量很高。虽然在施用不同类型和不同施量的硼肥后，甜菜仍罹心腐病，但是增产卻很多。比对照和只施 $NPK + CaCO_3$ 的小区增产 1 倍（参看圖 4）。每公頃按 2 公斤硼施硼酸时，产量最好。硼肥施量增加到每公頃 4 公斤硼时，和去年——即和施肥当年一样，并未增加产量。因之，对于甜菜來說，每公頃施 2 公斤硼是最适宜的。

施硫酸硼鎂和施含硼粘土区的产量相似，但是較施 1 公斤硼酸态的硼素的产量为低。

硼鎂石对产量的影响和每公頃施半公斤硼酸态的硼的效果差不多相同。因此，硼鎂石內的可吸收硼要比硼酸內可吸收硼少 1 倍，即每公頃施半公斤硼酸态硼时，其作用相当于每公頃施 1 公斤硼鎂石的硼素。施用这些类型和施量的硼肥时，病株情况如下：施硼鎂石者有 47%，施硼酸者有 66%。

施硼区的飼用甜菜地根的含硼量較对照(NPK)提高 1.9%。

結 論

施硼当年的肥效(1939 年):

1. 試驗中所研究的各种硼肥, 其所含硼素都是可吸收利用的类型, 因而能够起良好的作用, 并增加产量。

2. 增产最多的小区是每公頃施 2 公斤硼酸态的硼素小区。將硼酸量增加到相当每公頃施 4 公斤硼时, 产量并不增加。

3. 每公頃施 1 公斤含硼粘土态和硼鎂石态的硼素, 其作用与每公頃施半公斤硼酸态的硼素的效果相似。很可能, 在本年試驗中, 硼鎂石的良好作用和产量高低有关。在于旱的 1939 年, 甜菜产量不高, 因此硼鎂石中的硼量已足能保証作物对水溶性硼的需要。

4. 硫酸硼鎂的作用較含硼的岩石好, 肥效方面也不遜于硼酸。

5. 所有研究过的各种类型的硼肥都可以用来作防治甜菜心腐病用。

6. 不仅在施过石灰的土壤上, 作物表現需要硼素, 即在未施石灰, 而施完全矿物質肥料的土壤上作物也是需要硼的。在施 NPK 而未施石灰的小区里甜菜罹心腐病可以确証此点。

7. 施硼肥可以提高收获物中的含硼量, 但对产量中的干物質却無影响。

施硼后第二年硼的作用(1940 年):

1. 施硼肥后的第二年如果气象条件适宜的話, (1940 年夏季后半季即如此), 并且主要养分供应充分, 則飼用甜菜产量是很高的, 超过去年产量 2—5 倍。

2. 不同类型和数量的硼肥在施用后的第二年也使甜菜产量比对照和只施 $\text{NPK} + \text{CaCO}_3$ 的小区增产 1 倍。因施硼而产量增加 98% (施硼鎂石) 到 136% (每公頃施 2 公斤硼酸态的硼)。在肥效方面, 硼酸在参与比較的各种类型的硼肥之中占第一位。

3. 和施肥当年一样, 每公頃施 2 公斤硼酸态的硼素时, 产量最高。增产也最多。对飼用甜菜來說, 每公頃施 2 公斤硼酸态的硼素是适当的。每公頃施硼量提高到 4 公斤时并不增产。每公頃施 2 公斤硼酸态的硼素, 甚至在施肥后第二年也完全可以使甜菜不罹心腐病。

4. 硫酸硼鎂和含硼粘土在肥效方面是相等的，但略差于等量的硼酸(每公頃施 1 公斤硼)。
5. 硼鎂石的肥效較其他参与比較的各种硼肥均差。
6. 每公頃施 1 公斤任一种类型硼肥的硼素后，其后效并不能完全使甜菜不感染心腐病。
7. 未施石灰只施矿物質肥料的試驗区表現迫切需要硼（在仅施 NPK 而不施石灰的小区里病株占 77%）。
8. 施硼能提高塊根中的含硼量。

参 考 文 献

Поспелов И. А. 1947. Борные удобрения на подзолистых почвах СССР.
Изд. АН СССР.

[車峻霖譯 邓鴻举校]

論硼肥在棉花种子繁育中的意义

C. C. 阿巴耶娃

正确的使用矿物质肥料对于改良各种农作物种子的经济特性及生物学特性有巨大的意义。最近几年,在种子繁育工作中,除了施用含氮磷钾的几种主要肥料外,也正日益广泛地使用微量元素肥料,特别是硼肥。

研究硼在植物生活中的生理作用的试验材料证明,硼完全是植物所需的元素。并且任何其他元素也不能代替它。

硼的主要生理机能之一就是它影响作物的结实。

试验分析证明,在作物的全部器官中,以花内的硼最多。尤其是在花的柱头和花粉内含量更多。这点即说明硼在受精过程和种子形成过程中有非常大的意义。

在喀姆克列立德傑(1934年)的试验内蕎麦在缺硼时,虽然开花但不结实。当不结实的花开放时,施硼入土壤中,經 2 週后,植物结实的能力就完全恢复了——長出莢来。很显然,作物所以产生这种现象,因硼是花粉粒發芽时所必須的元素。

已經确定,大多数的作物在硼素的影响下,發芽的花粉粒数目都增多了,而某些作物像黄瓜,罌粟在缺硼的条件下,花粉一般都不發芽[坡布科和澤尔林格(Церлинг),1938],另外也証明,硼对正在开花的西瓜植株的直接作用,不仅在于能使它多結果实,同时也能增加西瓜的大小,并提高其含糖量[魯霍金(Лухотин),1937]。

还在 1945 年时,我們以棉花进行試驗研究,研究証实了,以 0.5% 硼酸溶液噴射叶子,特別是噴射花蕾时,可以增多發芽的花粉粒数目,加速花粉管的生長。在計算花粉管数目的同时,也测定了它

們伸入的深度。为此需要在已計算过的花柱上,于两个地方作两个横切口:一个在离花柱顶部 2—3 毫米处,一个在花柱基部以下 2—3 毫米处(午后 3 点钟取样)。

根据花柱头上部花粉管数目的計算,确定在叶子上和在坐鈴期喷射硼液的植株,發芽的花粉粒最多。

在計算花粉管伸入深度的試驗中,也获得了相似的结果。

我們認為,施用硼素可以为花粉的發芽創造优良的条件,因之必然会影响到种子的产量。于是我們計算各个試驗处理內,單个棉鈴中有多少是有优良种子。即在这种情况下,我們的論断也証明,在坐鈴期喷射硼液的棉株,种子数最多(36个),对照植株平均有 33 个。

因此,在这些試驗中,我們以棉作物确定了文献中所說的,在有硼鹽的条件下,花粉發芽势的增加是完全正确的。以硼喷射叶面,和在坐鈴期喷射硼,均能显著地加速花粉的發芽过程,并能保証作物更快的受精。而后者对于那些大部分的落鈴都是因为胚珠未受精的棉株(所謂不孕者)來說,是特別重要的。

不孕鈴的細胞学分析証明,不孕的原因常是由于沒有受精的原故。棉植株的花粉粒在自花授粉条件下(在有不孕鈴的棉株上經常發生自花授粉的现象),生長得很慢,并且也不能及时达到胚囊[阿露秋諾娃(Арутюнова),卡納施(Канаш),1949]。

利用硼素来加速棉花花粉的發芽,并因之能減少不孕的数目是極有前途的措施。在阿露秋諾娃和卡納施的試驗中,每公頃給 8517 品种棉花施 1 公斤硼肥,就可使不孕率減低 30—35%。

依据上面所引証的全部材料,最近几年在种子繁育工作中施用硼肥具有日益巨大的意义。在車軸草和苜蓿的种子繁育中更应广泛地利用硼肥。

根据全苏飼料研究所的材料,在施过石灰的酸性土壤上施用硼肥,能够急剧地提高車軸草和苜蓿的繁殖器官的發育,并增加其种子产量(吉雅科娃)。

同样在羽扇豆試驗地里,由于硼肥的影响,种子产量也显著增加

了[列兹尼柯娃(Резникова), 1950]。

另外也证明了, 甚至对硼素不很敏感的禾本科作物, 在施用硼肥时, 也显著地提高了籽实的产量(什科里尼克 1935)。

为了评价硼素是提高作物籽实生产率的一个因素(对棉作物也肯定此点作用), 在 1948—49 年的试验中, 打算确定对作物施用这种微量元素的方法和时期。

最通行的施硼方法是: 1) 播种前以硼盐溶液处理种子; 2) 以硼作肥料施于土壤中; 3) 用喷射地上部器官的方法对作物进行根外施肥。

因为在前几年的试验中, 我们曾采用第 1 个方法, 而未获得良好结果(硼在作物生活初期对其发育略有抑制作用)。所以在 1948—49 年仅运用了第二和第三个方法。

以硼酸态的硼肥作第二次追肥施于土壤内(开花前), 每公顷施 1 公斤纯硼。于开花期间以 0.01% 硼酸溶液喷射两次。

在 1948—49 年试验中统计结铃多少的变化和产量分析证明, 对于棉作物最有效的方法是根外施硼。例如, 根据 1948 年材料, 108-Φ 品种根外施用硼素之后, 每单株平均产籽棉 158.8 克(为对照的 140%), 而那些从土壤中获得硼素的植株, 平均每株产籽棉 122.1 克(为对照的 107%)。

1949 年, 由于棉花植株生长特别迟缓, (播种晚及降霜早), 试验区的籽棉没有全部收回。但所摘收的棉铃总计资料证明, 即在这种情况下, 给棉株喷射硼肥也表现了良好的效果。从这个处理中的 1—4 果枝上所摘收的每个棉铃的籽棉平均重 8.72 克, 而在那些施硼于土壤的处理中, 籽棉平均重 8.12 克(对照为 8.025 克)。在种子重量和种子数目上也相应的表现这种特性。

因此, 我们研究施用硼肥的方法和时期的试验证明, 在各种方法中, 以开花期喷射地上部分的器官进行根外追肥的方法效果最大。硼酸浓度不应超过 0.1%。

于棉花开花前, 施硼肥于土壤中效果也很显著, 每公顷施用量不超过 1 公斤纯硼。

結 論

在种子繁育工作中,现行施用硼肥最有效的方法是:

- 1) 于开花期,以低濃度的硼鹽溶液噴射植株。
- 2) 于开花前,在土壤內施硼肥,每公頃施 1 公斤純硼。

参 考 文 献

- Абаева С. С. 1950. К вопросу о способах и сроках введения бора и марганца в хлопчатник. Тр. Узбекского гос. ун-та, новая серия, № 45.
- Абаева С. С. 1947. Влияние бора на прорастание пыльцы хлопчатника. Тр. Узбекского гос. ун-та, новая серия, № 32.
- Арутюнова М. Г. и Канаш М. С. 1949. Улучность хлопчатника. «Селекция и семеноводство», № 8.
- Бобко Е. В. и Церлинг В. В. 1938. Влияние бора на репродуктивное развитие растений. «Ботанич. журнал СССР», № 1.
- Гамкрелидзе И. 1934. Потребность в боре известкованных подзолов. «Химизация соц. земледелия», № 10.
- Дьякова Е. В. 1949. Применение борных удобрений в семеноводстве клевера и люцерны. «Селекция и семеноводство», № 1.
- Лухотин С. Н. 1937. Влияние бора на плодообразование у арбуза. Докл. АН СССР, т. 56, № 5.
- Резникова А. П. 1950. Влияние бора на семенную продуктивность люпинов. «Сов. агрономия», № 12.
- Школьник М. Я. 1935. О необходимости бора для растений, Докл. АН СССР т. II.

[車浚霖 邓鴻举校]

施用石灰和各种硼肥对馬鈴薯和蕎 麦产量的影响

A. Ф. 阿加芳諾娃

若將馬鈴薯种植在砂壤土和壤土上，只有在这些土壤內使用石灰后，再施用硼肥，才能显著地增加产量。例如：根据在砂壤土上所作的田間試驗材料，硼肥能使塊莖产量提高8—9%，使淀粉含量提高0.5—2.0%。但在未使用石灰的壤土上施用硼肥，則不能使塊莖产量增加(澤尔林格, 1941; 阿薩罗夫 1944 等人)。

在 A. Л. 卡尔布卓娃(Гарбузова)的試驗中(1949)，硼不仅在施入土中的当年，对馬鈴薯的产量，淀粉含量和产量有影响，即对它以后几代(这几代不再施用硼肥)也有作用，从而改进了塊莖的品質。

使用石灰和硼肥所产生的良好作用，必然使植物体中新陈代谢过程的方向發生变化，尤其像光合作用，呼吸作用、醣类代謝和氮素代謝等重要过程發生显明的变化。

在現有文献中談到硼肥对光合作用和呼吸作用影响的資料很少，而这些資料主要是用水培試驗和砂培試驗得到的。(什科里尼克, 1950; 雅柯夫列娃 1950;)。

方 法

栽培作物的土壤，其鹽类浸出液的 pH 是 4.2，水浸液的 pH 是 5.6。100 克風干土的水解酸度为 5.76 毫克当量。該土壤的机械成分是粉末狀中壤土。在施 NPKCa 和 NPKCaB 的处理中，根据水解酸度的一次用量給土壤施用石灰。馬鈴薯試驗重复 12 次，蕎麦試驗重复 8 次。

每盆裝 6 公斤土壤，裝土时施入 K_2O 和 P_2O_5 各 1 克，N 0.5 克，

P6毫克。5月20日將已春化过的洛尔合(Лорх)品种馬鈴薯的秧苗栽种在盆中。

生育期間施过兩次追肥:孕蕾前追施 NK 肥,开花期追施 NPK。在整个生育期間共追施 N , P_2O_5 和 K_2O 各 1.5 克。

5月10日播种已發芽的“保加利亞”品种蕎麦种子。生育期間——孕蕾前只施 1 次追肥。澆蒸溜水使土壤湿度保持饱和和水量的 60%。

用 Д. М. 戈洛夫柯(Головко, 1938)的方法(即不从植株上摘去叶子),測定叶片光合作用的强度。將叶子放入一个小箱中,通过小箱透入空气进去,在試驗期間(30 分鐘)通过小箱共进入 10 升空气。为了測定盆內植株上部叶子的光合作用,曾選擇已停止生長的叶子作試驗。光合作用强度是按 1 小时 100 平方厘米叶表面积所吸收的 CO_2 的毫克数来計算的。

呼吸强度是用測定光合作用的同一層叶子来測定的。

初期用康維亞杯(чашка Конвея)測定呼吸强度,以后即用 300 c.c. 容积的三角瓶測定。我們在康維亞杯和三角瓶內所进行的比較証明,在兩种情况下,所得到的結果差異不大。

呼吸强度是以 1 克鮮物質在 1 小时內所釋放出的 CO_2 的毫克数表示。以別尔特蘭法(метод Бертрана)測定干物質的含糖量(在 $80^{\circ}C$ 温度下固定 30 分鐘)。

用赫那里扎里諾夫的方法(хинализариновый метод)測定作物不同器官內的硼含量。

試驗結果

1)馬鈴薯的产量和品質在 1949 年的盆栽試驗中,塊莖于 7 月初开始形成。7 月 8 号从每个处理中收获 4 盆。結果在施 $NPK + Ca$ 处理內的植株未形成塊莖;在施 NPK 的处理內,4 盆中有 2 盆的植株形成塊莖,在施 $NPK + Ca + B$ 的处理內,4 盆中有 3 盆的植株長有塊莖。茲將試驗結果列于表 1。

表 1 硼对馬鈴薯产量的影响(NPK 作底肥)

試驗設計	有塊莖形成 的盆数	試 驗 重 复			
		1	2	3	4
		7月8号塊莖重(克)			
对照	2	9.0	—	6.0	—
Ca	—	—	—	—	—
Ca+B	3	12.5	6.0	1.0	—

上述資料表明,硼肥可以使塊莖加速形成。

在这些处理內,植株的地上部分和地下部分的干重沒有很大的差異。

必須指出:NPK 处理中的叶子很脆弱,甚至稍微一碰就折断了。当該处理植株的下層叶子已变黄,甚至脫落了,而其他处理植株的叶子仍保持着原有的顏色和彈性。植株施过硼肥后,叶子呈暗綠色,几乎整个生育期間叶子的色彩均較其他处理的叶子暗一些。9月7日收获塊莖。

使用石灰比施用硼肥对塊莖产量的影响大。硼主要是影响产品的品質。由于硼肥的影响,能使每个塊莖的平均重量增加,而減少小个塊莖的数量。

表 2 使用石灰和硼素对馬鈴薯产量及其品質的影响(NPK作底肥)

試驗設計	重复次数	塊 莖 产 量		一盆內平 均塊莖数	塊莖平均重 量 (克)
		克/盆	%		
对照	8	96	26	7	14
Ca	7	362	100	15	24
Ca+B	8	386	106	10	37

用克洛凱尔法(метод Крокера)測定塊莖中的淀粉含量。

表 3 硼肥和使用石灰对馬鈴薯的产量及其塊莖中淀粉含量的影响
(NPK作底肥)

試 驗 設 計	淀粉含量(%)	淀 粉 产 量	
		克/盆	%
对 照	11.0	10.6	20
NPK+Ca	14.4	52.2	100
NPK+Ca+B	16.6	64.0	122

从表內得知,石灰使淀粉含量提高 3.4%,硼使其再提高 2.2%。在硼的影响下,使淀粉产量增加了 22.5%;使用石灰比施 NPK 的淀粉产量增加 4 倍。但石灰易引起馬鈴薯塊莖感染瘡痂病;并降低耐藏力,在使用过石灰的地里,施硼肥則可以使感染病的塊莖減少一半,并能改进其耐藏力(表 4)。

表 4 石灰和硼对于馬鈴薯的塊莖品質的影响(NPK作底肥)

試 驗 設 計	塊 莖 数 %		
	患瘡痂病者	腐 爛 者 和 染 病 者	
		1950 年 1 月 28 日	1950 年 4 月 10 日
对 照	0	7.4	8.9
NPK+Ca	22	9.3	10.8
NPK+Ca+B	13	4.9	5.1

2)蕎麦 出苗后数天,在 NPK 处理內發現大部分植株上,第 1 对真叶的邊緣都变黄了,以后又蔓延到其他的叶子,叶子邊緣逐漸变成褐色,以致凋枯,最后整个叶片枯死。該处理內的叶子呈黄綠色。在开花末期,施硼植株的叶子仍保持着綠色。試驗結果引証于表 5。

石灰几乎使地上部分的干物重和根重增加 1 倍。施硼主要是使根和莖重減低,对叶重不起任何作用(表 6)。

表 5 石灰和硼对植株不同器官的干物重的影响(开花期、NPK作底肥)

試驗設計	地上部分的	地上部分	叶 子	莖	根
	鮮重(克/盆)	干 物 重 (克/盆)			
对 照	204	24.03	8.2	15.8	9.8
NPK+Ca	303	45.16	11.1	34.1	15.7
NPK+Ca+B	294	39.20	10.6	28.6	12.5

表 6 微量元素对于蕎麦千粒重和产量的影响

試驗設計	籽 粒 产 量		种籽千粒重(克)
	克/盆	%	
NPK	17.4	46	18.6
NPK+Ca	36.6	100	24.2
NPK+Ca+B	39.6	108	23.6

在这个試驗里,石灰对籽粒产量和千粒重有很明显的良好影响。將硼施在土壤中,仅使籽粒产量稍有增加。和馬鈴薯試驗中的情况一样,硼主要是对产物的品質,特别是对蕎麦籽粒內淀粉的含量和产量發生作用(表 7)。

表 7 硼对于蕎麦籽粒內蛋白質和淀粉的含量与产量的影响(NPK作底肥)

試驗設計	淀 粉 产 量		淀粉含量占	蛋白質含量占
	克/盆	%	完整籽粒的%	完整籽粒的%
对 照	3.96	49	22.8	13.6±0.14
NPK+Ca	8.14	100	22.2	14.6±0.58
NPK+Ca+B	12.56	154	31.7	14.6±1.05

硼在作物各器官內的含量和分佈 为了闡明硼在植物体内代謝过程中的作用,不但要了解硼在植物体内的总含量,并且还要了解它在各器官內分佈的情况。因此,我們以馬鈴薯进行試驗,其結果列于

表 8。

在使用石灰时,上部叶子的含硼量減少了,下部叶子的含硼量沒有变化。

表 8 在馬鈴薯不同器官內 1 公斤風干物質的含硼量(毫克)
(孕蕾期; 1949 年的盆栽試驗; NPK 作底肥)

試 驗 設 計	上 部 叶 子	下 部 叶 子	莖	地 下 部 分
对 照	50.0	75	31.2	19.2
NPK+Ca	37.5	75	31.2	19.2
NPK+Ca+B	61.8	200	31.2	25.0

將硼施入土壤內, 会使植株下部叶子的含硼量較上部叶子的含硼量增加得多。这显然是因为硼在植物体内移动性小和土壤溶液內含硼量不多的緣故。在各处理內, 地下部分和莖內的含硼量几乎没有什么变化。只是在施 NPK+Ca+B 的处理內, 植株地下部分的含硼量有显著的增加。(表 9)

表 9 在蕎麦不同器官內的含硼量(1 公斤風干物重中的毫克数)
(开花初期; 1949 年盆栽試驗; NPK 作底肥)

試 驗 設 計	叶	莖	根
对 照	43.8	37.0	19.2
NPK+Ca	37.5	31.2	19.2
NPK+Ca+B	112.5	37.5	25.0

土壤內使用了石灰和硼时, 会使叶內的含硼量有很大的变化; 在含硼量很少的莖和根內, 变化就很小了。

光 合 作 用 馬鈴薯叶片的光合作用强度分三期进行測定: 即孕蕾期(7 月 6 日), 开花期(7 月 19 日), 收获前 1 个月內(8 月 5 日)。

7 月 6 日采取第 13 層的叶子作試驗, 7 月 19 日采用靠近花序的

叶子, 8月5日采用第5层的叶子(自上数起)。在早晨测定光合作用的强度(表10)。

表 10 在不同时期馬鈴薯叶片的光合作用强度(1949年盆栽試驗, 底肥施NPK)

試驗設計	7月6日		7月19日		8月5日	
	試驗時間 (时分)	吸收的CO ₂ (毫克)	試驗時間	吸收的CO ₂ (毫克)	試驗時間	吸收的CO ₂ (毫克)
对照	9:38—10:08	6.7	8:54—9:24	13.8		1.4
Ca	9:40—10:10	10.7	8:56—9:26	13.8	9:33—10:03	5.0
Ca+B	9:42—10:12	7.4	9:00—9:30	10.0		9.1
对照	10:40—11:10	7.2	10:15—10:45	11.5		0.8
Ca	10:43—11:13	—	10:20—10:50	10.6	10:55—11:25	4.0
Ca+B	10:47—11:17	8.3	10:27—10:57	—		10.1

CO₂毫克

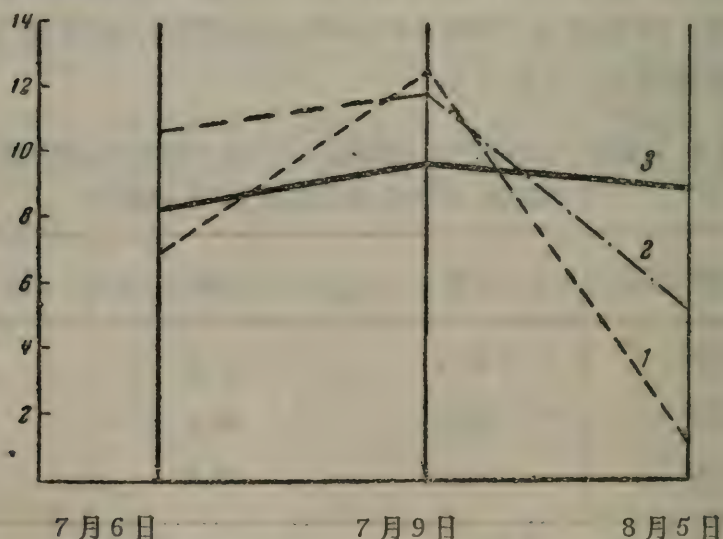


圖 1 在馬鈴薯生育初期叶片光合作用的强度 1—NPK, 2—NPK+Ca, 3—NPK+Ca+B; 縱綫为 100 平方厘米叶面积所吸收的 CO₂ 量

試驗結果証明: 在孕蕾期和开花期, 硼对光合作用的影响不大, 仅仅在收获前 1 个月內, 即塊莖加强积累淀粉时, 硼对光合作用才有很大的影响(圖 1)。該試驗結果的圖綫表明, 施过硼肥的馬鈴薯, 其

叶片的光合作用强度并未减弱,但没有施硼肥的馬鈴薯(NPK 区和 NPK+Ca 区),其叶片光合作用的强度在1个月內(7月6日—8月5日)卻降低了許多。

在蕎麦的另一个試驗中,硼在开花初期表現良好作用。

在6月22日(开花初期),7月18日(开花末期和結实初期)用蕎麦的第6層叶子(从下面数起)測定光合作用的强度(表11)。

表 11 在不同生育期內蕎麦叶子的光合作用强度
(1949年盆栽試驗,NPK 作底肥)

試 驗 設 計	6 月 22 日		7 月 18 日	
	試 驗 时 間 (小时:分)	吸 收 的 CO_2 (毫克数)	試 驗 时 間 (小时:分)	吸 收 的 CO_2 (毫克数)
对 照	8:53—9:23	-2.0	9:15—9:45	7.0
Ca	—	—	9:38—10:08	12.8
Ca+B	8:57—9:27	+4.4	9:44—10:14	27.1
对 照		-1.6	10:38—11:08	7.5
Ca	10:15—10:45	+2.7	10:43—11:13	8.4
Ca+B		+4.27	10:49—11:19	19.0

应用硼肥和石灰对蕎麦叶片的光合作用强度有显著的影响,直到生長末期,也就是当蕎麦籽粒正积极地累积淀粉时,硼对光合作用仍有極良好的作用。

呼吸作用 研究呼吸作用是和研究光合作用采用同一个發育时期并同一層叶子进行的(表12)。呼吸强度的測定時間是在早晨,因此,沒有遇到凋萎的叶子。

于7月6日孕蕾期时,施 NPK+Ca+B 区內的馬鈴薯叶片的呼吸强度要比施 NPK+Ca 区的高一些。以后測定时,即發現相反的現象。在开花期(7月24日)使用石灰,能显著提高叶片的呼吸强度。

在蕎麦試驗中所發現的規律則略有不同(表13)。

在蕎麦試驗中,將硼和石灰施在土壤中,使叶片呼吸强度降低的程度比过去的試驗尤甚。

醣类代謝 在硼和石灰的影响下,植物体中的醣类代謝會發生

表 12 在不同生育期內馬鈴薯叶子的呼吸强度(NPK作底肥)

試 驗 設 計	7 月 6 日		7 月 24 日		8 月 4 日	
	放出的CO ₂					
	毫克	%	毫克	%	毫克	%
对 照	0.86±0.02	100	0.63±0.02	100	0.64±0.01	100
NPK+Ca	0.77±0.07	90	0.83±0.08	132	0.68±0.04	106
NPK+Ca+B	0.94±0.02	109	0.58±0.02	92	0.58±0.07	91

表 13 蕎麦叶片的呼吸强度(NPK 作底肥)

試 驗 設 計	7 月 4 日		7 月 13 日	
	放 出 的 CO ₂			
	毫 克	%	毫 克	%
对 照	1.06±0.06	100	1.14±0.01	100
NPK+Ca	0.84±0.04	80	0.74±0.01	65
NPK+Ca+B	0.66±0.03	61	0.62±0.05	54

很大的变化(表14)。

使用石灰对于莖部和上部叶子还原糖的含量影响不大,但將硼施于土壤中,能使莖內的含糖量增加約 2 倍,然而叶中的含糖量卻几乎沒有变化。

因此,石灰能促使蔗糖在叶子里大量积累,而在硼的影响下,莖內的蔗糖含量增加,而叶內的反減少。

在蕎麦試驗中,也發現硼有类似的作用(表15)。

在 NPK 处理內,發現叶片中还原糖的含量和总糖量均比其他处理高得多。使用石灰和硼肥能显著地降低叶內还原糖的含量。但石灰对莖內各种糖的含量几乎沒有任何影响,而硼肥能使莖內糖含量增加半倍。

表 14 在馬鈴薯莖部和上部叶子内,不同形态糖的含量
(孕蕾期; 1949 年盆栽試驗; NPK 作底肥)

植 物 器 官	对 照	NPK+Ca	NPK+Ca+B
	糖类的含量 (占風干物質的%)		
	还	原	糖
上部叶子	1.52±0.07	1.22±0.22	1.50±0.05
莖	0.53±0.00	0.75±0.25	2.06±0.12
	蔗	糖	
上部叶子	1.91	2.87	2.00
莖	1.41	0.58	1.80
	总	糖	量
上部叶子	3.43±0.07	4.07±0.00	3.50±0.32
莖	1.92±0.05	1.33±0.27	3.86±0.23

表 15 在开花初期蕎麦莖叶内不同形态糖的含量
(1949年盆栽試驗; NPK 作底肥)

植 物 器 官		对 照	NPK+Ca	NPK+Ca+B
		糖的含量 (占風干物的%)		
还 原 糖				
叶 子	蔗	3.60±0.03	1.11±0.11	0.58±0.05
		2.07±0.47	2.68±0.13	4.28±0.02
蔗 糖				
叶 子	总	0.11	0.29	0.58
		0.56	0.00	0.10
总 糖 量				
叶 子	量	3.71±0.23	1.40±0.12	1.16±0.10
		2.63±0.21	2.97±0.13	4.38±0.10

在硼施于土壤中的情况下,莖内还原糖的含量增多,叶内蔗糖的含量减低,而莖内的蔗糖含量提高,说明该处理内植株的同化产物比无硼者更好地从叶中流入莖内。B. B. 雅柯芙列娃在 1947 年所得到的硼对酯类代谢影响的资料证实了我们的结果。

結果討論

上述研究证明,硼在繁殖器官形成时对光合作用的影响最大,结果使繁殖器官中能储存许多营养物质,并使马铃薯的块莖内积累大量的淀粉。

在马铃薯的 NPK + Ca + B 的处理中,叶片光合作用的强度在一个月中——从孕蕾期到 8 月 5 日(收获前一个月内),也就是说,正当块莖内积极地积累淀粉时,几乎没有什么变化;而在其他处理中,光合作用的强度在此期间却比以前降低了 $1/2 - 3/9$ 。

在蕎麦试验中,也发现植株施硼后,其叶片内,光合作用强度提高很多。

在我们的试验里,施硼植株的叶片长期保持着绿色,并且开花期也长(蕎麦)。这和 O. K. 喀德洛夫-济赫曼的观察是一致的。

另外还证明,幼嫩叶片的光合作用强度要比老叶高得多,因为初生的叶子具有同样的叶绿体结构。叶绿体的结构到以后要发生变化,随着叶子长大,无色基质就越来越多地水解了,然后叶绿素也溶解在细胞液中,遂使叶绿质粒受到破坏[塔宾茨基(Табенцкий), 1947]。

凡是施硼肥的植株,在块莖内积累淀粉粒最多时和种子形成时,光合作用的强度要比其他处理略低一些。这种情况是由于硼提高了叶绿质粒生命活动力的缘故。这件事实也证实为什么施硼植株能长期保持叶子的绿色,而未施硼的植株,叶片容易变黄和脱落。

叶绿质粒和叶内其他质粒是细胞中所有主要酶的贮藏场所[西萨江和柯比雅柯夫(Кобяков)等人, 1949]。因此,叶绿质粒破坏会使酶从吸着状态转化为解脱状态,从而破坏了细胞内合成作用与水解作用之间的正常关系。在代谢过程中最初是原生质蛋白质的水解过

程占优势,以后即引起細胞死亡,結果,使氧化过程加强。在缺硼的棉苗中,也發現类似的現象。

在馬鈴薯、蕎麦及其他作物的試驗中,硼降低了呼吸强度,尤以开花期和积累淀粉时为甚,因为此时,植株对糖的消耗最大。

因此,硼能使还原作用加强,减少植物在生命活动过程中对糖分的消耗。硼对醣类代謝有很大的影响,能促使糖从叶中大量地流向根莖和作物的繁殖器官內。这除了能提高光合作用的强度,降低呼吸强度,保証丰产外,还能增加种子和塊莖中的淀粉含量,及其他营养物質的儲藏量。

参 考 文 献

- Асаров Х. К. 1944. Эффективность известкования почв под картофель в связи с применением магния и бора в качестве удобрения. Кандидатская диссертация.
- Гарбузова А. П. 1949. Наследованию полезных признаков в потомство. «Природа» № 7.
- Головки Д. М. 1933. Влияние азотистого и калийного питания на фотосинтез и рост сахарной свеклы. «Свекловичное полеводство», № 1, 27.
- Кедров-Зихман О. К. 1947. Дія бору на величину і якість врожаю сільськогосподарських рослин в умовах вапнування ґрунту. Тр. Київського сільськогосп. ін-та, т. 4.
- Сисакян Н. М. и Кобякова А. М. 1949. Ферментная активность протоплазмальных структур. «Биохимия», т. 14, вып. 1.
- Табенцкий А. А. 1947. Структура хлорофиллового зерна, как показатель жизнедеятельности листа. Изв. АН СССР, № 5.
- Стайлс В. 1949. Микроэлементы в жизни растений и животных. Изд. иностр. лит-ры, М.
- Церинг В. В. 1941. Действие микроудобрений на урожай различных сельскохозяйственных растений в зависимости от почвенных условий по данным полевых опытов. Сб. «Применение микроудобрений». ВАСХНИЛ, стр. 94.
- Шевчук Н. С. 1937. Влияние бора на урожай картофеля в связи с известкованием. Тр. ВУУАА, вып. 22.
- Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. Изд. АН СССР.

Яковлева В. В. 1947. Влияние бора на биохимические превращения в корнях и листьях сахарной свеклы. Докл. АН СССР, т. 58, № 4, стр. 625.

Яковлева В. В. 1950. Влияние бора на биохимические превращения в культурных растениях и на их урожай. Сб. Памяти академика Д. Н. Прянишникова. Изд. АН СССР

[車浚霖譯 邓鴻举校]

硼素与植物的其他無机营养元素的相互 作用及硼素对累积叶綠素的意义

Е. Д. 布斯洛娃

硼素在植物的生活中有着各种各样的生理作用，这一点已經被試驗所确定了。

我們計劃用植物飢餓法研究硼素在活細胞內的新陈代謝过程中，同其他無机营养元素的相互作用。用这种方法可以找出植物生命活动过程中的临界時間(критический момент)和便于观察植物的生長和發育受到抑制时所表現出来的一些病征(симптом)，同时也可以单独地对一些个别的缺素现象进行研究。

因此，我們于1946和1947年，在烏克蘭共和国科学院植物研究所的植物生理实验室內进行了試驗工作。

方 法

試驗是用水培法在玻璃杯內进行的，玻璃杯里面塗上一層石蠟。配制混合营养液的鹽类都用重結晶法的純化合物。溶液用水也經石英冷却器蒸餾兩次。試驗用的种子照例是放在盛着冲洗过的（用蒸餾水洗了兩次）石英玻璃砂，并塗过蠟的培养皿內进行催芽。催芽前用蒸餾水冲洗种子。試驗期間溫度保持在 25° — 30° 之間（很少超过 30° ）。

我們先把無机化合物溶解在蒸餾水內，然后以变更無机化合物溶液濃度的方法改变試驗植物（这些植物都是栽培在大小一样的杯里）的無机营养。原始溶液是克諾普混合营养液。混合营养液中的每一种元素都在有硼和缺硼的情况下进行試驗。

以亞麻和向日葵作为研究的对象。采用純种子进行試驗，硼的

用量如下：亞蕨——每 1 升溶液 0.5 毫克，向日葵——3 毫克硼。杯的容积为 200 毫升。每个去掉某种无机元素的試驗均重复三次。每一个杯內(容积如上)有 6 棵植株。每週更換一次溶液。

为了改进通气狀況，我們不用吹气法，而是采用把溶液屢次从一个杯倒在另一个杯內的方法。

研 究 結 果

無論在什么条件下，硼素不足永远会使根生長衰弱。这种使植物受到抑制的症狀發生得最早。此时，根的生長已停止，而植物的地上部分在有硼和無硼的处理間，还看不出有什么明显的差別。

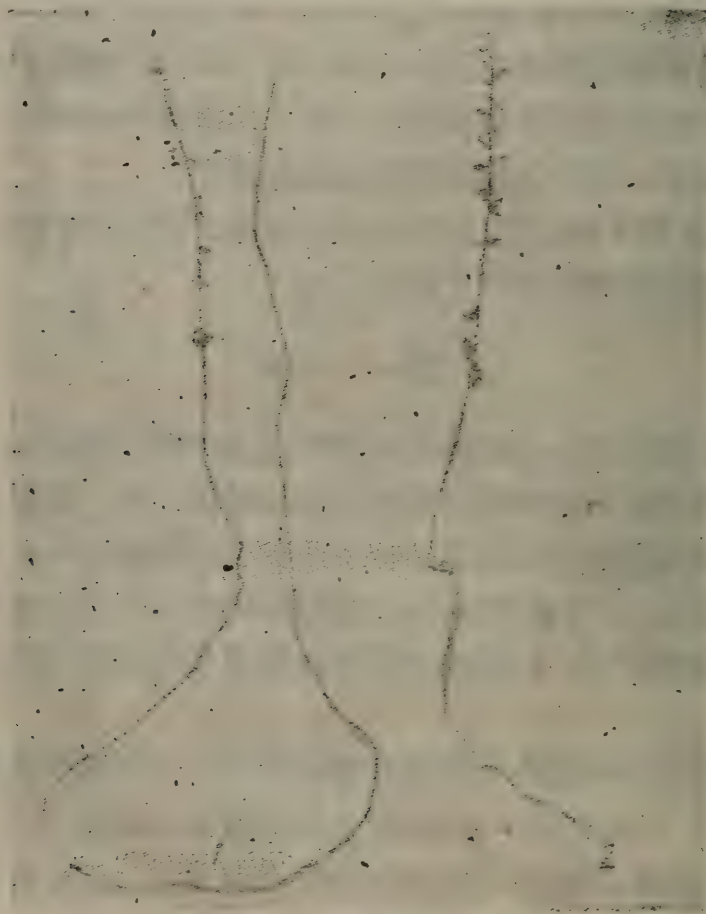


圖 1 栽培在蒸餾水內的亞蕨
1—有硼；2—無硼

关于硼对根部生長的作用可以由圖 1 來說明(圖6—13也可以說明这一点)。

在缺硼的时候,其他無机元素对植物供应得愈多,則植物的地上部分所受到的抑制也愈厉害。把亞蘿的种子放在克諾普混合营养液內催芽时,缺硼的幼苗只能長出子叶。而当向日葵的种子在蒸餾水內催芽时,虽然混合营养液內沒有硼素,可是幼苗除了子叶以外,还長出了三对細小的、但形狀正常的叶子。然而,只要在蒸餾水內加进無硼的克諾普混合营养液,那末,在子叶剛剛張开时,向日葵就停止生長了,同时,頂芽也干枯了(圖 2)。

向日葵的幼苗如果長期生長在蒸餾水內,通常,幼苗的子叶下軸(подсемядольное колено)漸漸伸長,因此,植株就会由于机械組織軟弱而在子叶下軸(下胚軸)的地方發生弯曲現象。

在亞蘿的試驗中也同样發現了:亞蘿在蒸餾水內生長的时间愈長,它們在移到無硼的完全混合营养液內时所發生的缺硼病征也出現得愈晚。当亞蘿的幼苗長期生長在蒸餾水內之后,它們就能更好地抵抗硼素的不足了。在我們的試驗內,沒有任何污染的可能性,因为种子在無硼的克諾普完全混合营养液內催芽时,幼苗的生長也同样受到了抑制。由此可見,植物在

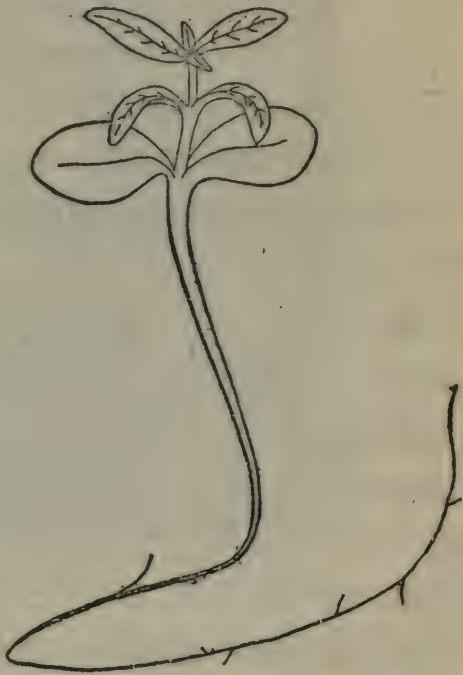


圖 2 栽培在不含硼素的蒸餾水內的向日葵

表 1 缺硼时亞蘿在不同营养条件下的叶数

更換溶液时所				
間隔的天数.....	5	10	20	未更換溶液
叶 数.....	4	6	10	14

吸收其他無机元素供給地上部分时,硼素显然是起着一种調节作用。各种植物在吸收無机元素过程中的差別使它們对硼素的需要有所不同。

当混合营养液內缺少硼素时,如果常常用新配的溶液来替換,并用一定容积的玻璃杯,則植株的数目愈少,亞麻的頂芽就干枯得愈快,植株也長得愈細小(表 1 和表 2)。

表 2 一个培养杯內的株数不同时,亞麻在生長停止前的叶数
(每一个培养杯的容积为 200 立方厘米)

一个培养杯內的株数.....	3	6	9
一株的叶数(平均叶数).....	6	10	12

有机物累积上的变化異幅度,依賴于無硼或缺硼時無机营养的多少(見圖 3)。

圖中最右边的 3 株亞麻(叶子是因为制造蠟叶标本而掉落的)是在具有丰富的無机营养,但只有微量硼的环境下栽培的。旁边并列的 5 株亞麻則是在沒有硼素,而無机元素的份量依次增長(圖中的順序为自左至右)的条件下栽培的。左边第二株幼苗的种子曾在無硼的克諾普混合营养液內受过催芽处理,而左边第一株幼苗的种子先在蒸餾水內吸水膨脹,萌动后又移到無硼的克諾普混合营养液內。

从上述材料中能够看出,植物發育的程度可以作为一个標誌,它表明了硼素的絕對数量是否很符合無机营养的水平。如果減少植物的無机养料,能使它們对硼的需要也随之降低到最小限度的話,那末,在充分供应無机元素时,植物对硼的需要就必然迅速增長。

亞麻在缺硼时子叶叶腋內長出側芽的現象是頂芽生長停止的結果,此时,植物体内能移动的儲藏物都轉移到新的生長点內。但植物的頂芽干枯时(因缺硼所造成的),如果沒有儲存足量的可塑性物質,則不能形成側芽。

为了研究側芽的發育条件,我們又另外用水培法进行了一个規模不大的补充試驗;將纖維用的亞麻分兩期播种在花盆內,以便觀察年齡不同和活動能力不同的叶子。为了使側芽能够長出来。我們又



圖 3 在不同份量的無机养分并缺硼的条件下栽培的亞麻

按不同長度把植株的頂芽切去,并留下不同数目的叶子(3片、6片、12片、15片和18片)。結果我們得到了,在正常的营养条件下,当叶子的数目不同、但年齡相同或者是当叶子的数目相同、而年齡不同时,側芽出現时期的比較資料。部分植株連子叶附近的莖也切去了,只剩下了胚莖(胚軸)。

每一个进行亞麻摘心的处理,均在摘心后的兩天从子叶的叶腋內長出了側芽。即在子叶附近摘心的植株,同样也在胚莖的不同部位上長出了側芽,但不是在兩天后,而是經過5—6天后才長出。由此可見,側芽出現的早晚是因可塑性物質的多少而有所不同。如果除了摘心之外,又把剩余莖上的叶子摘掉,也是过兩天后,在摘掉叶子的地方就長出了側芽。

当長期(两个月或两个多月)把亞麻栽培在純的無硼蒸餾水內时,不仅頂芽沒有干枯,而且有时候,还从植株頂芽的附近長出側芽来(圖4)。

上述有关側芽形成的研究使我們确信,和缺硼同时产生的这个现象与硼素的关系是很小的。因为在缺硼时,有时沒有这种现象,有时从一个地方就長出14个側芽,这要随营养条件而轉移。在我們的試驗內,把不足的元素适当調配一下,就可以很快的使每一个新側芽(它們是在以前的側芽停止生長后長出的)停止生長。子叶的叶腋內有很多側芽时;下部莖相隣的几个幼芽甚至連生在一起,以至于它們彼此間非常緊密。

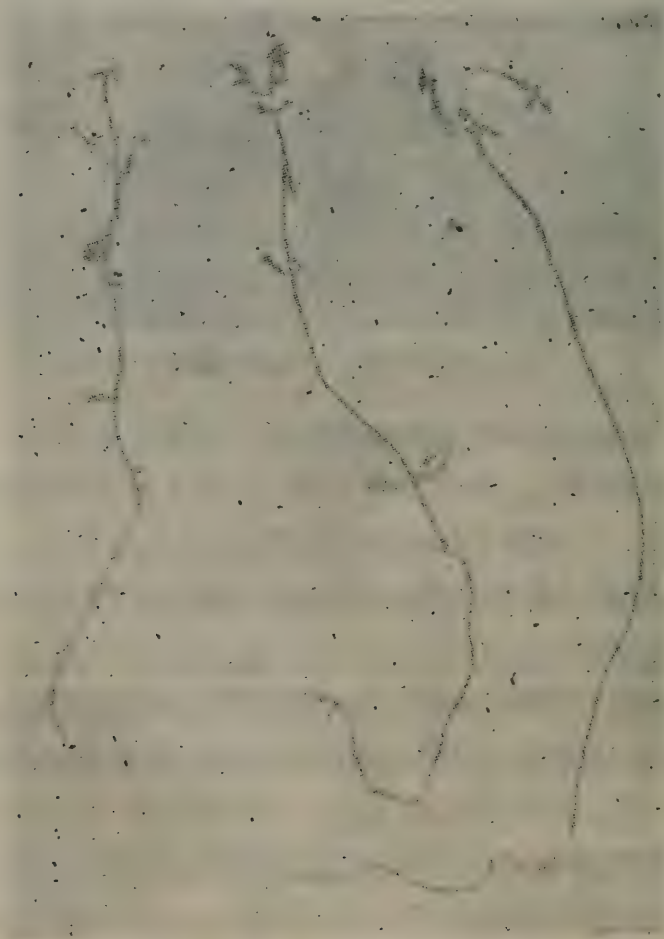


圖4 栽培在無硼蒸餾水內的亞麻。在頂芽附近形成了側芽

最后还要研究一个缺硼的重要的征象——綠色的破坏,因此,我們曾經在不同原素缺乏的条件下观察亞麻植株叶綠素的动态。

表 3 硼素在栽培在克諾普混合营养液中的亞麻叶內对叶綠素含量的影响

取 样 时 間	克諾普混合营养液+硼			無硼的克諾普混合营养液		
	叶 子			叶 子		
	頂端的	靠近頂端的	下部的	頂端的	靠近頂端的	下部的
	叶綠素的含量(每 1 克鮮物質所含的毫克数)					
第 1 期	1.01	1.11	0.98	0.90	0.88	0.60
第 2 期	0.95	1.03	0.90	0.90	0.15	0.55

表 3 表示在無硼和有硼的完全混合营养液的处理中,亞麻植株下部的靠近頂芽的和頂端的叶子內的叶綠素含量。

表 3 所示,在第 2 期测定的莖桿各部位叶內的叶綠素含量,是亞麻植株,在缺硼以外其他营养元素正常供应时的典型現象。

这个資料表明,在靠近頂芽的脫色的叶子內,含有 0.15 毫克的叶綠素(对照为 1.03 毫克),而上部的叶子和下部的叶子仍含有相当多的叶綠素(0.90 毫克和 0.55 毫克)。

亞麻的頂芽通常由剛形成的 5—6 个小叶子組成,它們聚集成一束,彼此靠近,也沒有节間。隣近頂芽部位的一些叶子是由 2—3 对靠近頂芽的小叶所組成的,由于节間一定程度的生長,它們或多或少分开了些,这些叶子脫色得很厉害,差不多完全沒有叶綠素了。如表 3 的資料所表明,在脫色部位以下的叶子內,叶綠素約多 3 倍。如果植物其他营养都正常,只缺少硼素,則其叶內叶綠素的数量就要比对照少一些了。另外,我們發現下部叶內叶綠素的減少也逐漸比对照厉害。随着靠近頂芽的叶子慢慢地失綠,頂端沒有失去綠色的叶子也干枯了。

亞麻叶內色素的变化过程,在任何缺硼的情况下都是按照上述

規律进行的。減少無机物質的供应时,这个过程就会緩慢下来,并且拖長了,而当沒有硼素,但充分供应其他养分时,色素減退就会迅速表現出来;甚至植株都不能長得很大。

如果把亞麻栽培在無硼的蒸餾水內,則其叶內叶綠素的变化就成另一种情况了(表4)。

表4 硼素对亞麻叶內叶綠素含量的影响

取 样 时 期	克諾普混合营养液						蒸 餾 水					
	有 硼			無 硼			有 硼			無 硼		
	叶						子					
	頂 端 的	靠 端 近 的 頂	下 部 的	頂 端 的	靠 端 近 的 頂	下 部 的	頂 端 的	靠 端 近 的 頂	下 部 的	頂 端 的	靠 端 近 的 頂	下 部 的
	叶綠素的含量(每 1 克鮮物質所含的毫克數)											
第 1 期	1.5	1.49	1.30	1.40	1.20	1.01	1.0	0.99	0.80	0.99	1.0	0.82
第 2 期	1.45	1.43	1.30	1.35	0.85	0.90	0.82	0.80	0.40	0.80	0.78	0.38
第 3 期	1.40	1.38	1.28	1.30	0.10	0.55	0.82	0.78	0.15	0.80	0.76	0.10

如表4所示,並沒有發現栽培在無硼蒸餾水內的亞麻上靠近頂芽的叶子內,叶綠素遭到特殊的破坏,也沒有發現頂芽有干枯的現象,只是亞麻的生長过程逐漸衰退而已。和在自然情況下所看到的一样,营养元素缺乏的植株一般先从下部叶子开始死亡,这时,下部叶子开始变老,变黄以至于死亡。頂端的叶子最后死亡。蒸餾水內的亞麻沒有死去;在兩個月期間,它們長出了40片叶子,不过叶色要比对照植株淺一些(特別是下部的叶子)。

栽培在蒸餾水內的植株必須用支架支住,否則,就会由于机械組織軟弱而在第二或第三个节間上弯曲。

試驗証明,只要是亞麻的組織內沒有进入其他的無机元素,那么,在缺硼的亞麻植株上就不会看到頂端叶內的叶綠素遭到破坏的現象;这說明,硼素在叶綠素的形成上是起着有利的作用。很可能硼素能防止叶綠素的破坏过程,也可能是当植物从外界吸收了化学元

素，并在組織內部發生复杂的轉化时，硼素阻止那些不利反应的产生。

另外，我們又把已在某种程度上遭受缺硼損害的植株也同样移到無硼的蒸餾水內。显然，这些植株在光合作用的过程中已逐漸恢复了細胞原生質內，在有机矿質綜合物和有机綜合物之間已遭破坏的比例。植株的顏色慢慢地稳定下来，因为已經不再有無机物質从外面进到植物体内。植株沒有死亡，頂芽也沒有干枯，但是，在移到蒸餾水內后，新長出来的莖上，叶子就比較狹小。从圖 5 可以看出，被移到蒸餾水內的植株，健康恢复的情况。

上述研究結果証明，缺硼时，最根本和最直接的病征就是根部生長得衰弱和叶綠素的退化，特別是在靠近頂芽的地方会因此而逐漸引起叶子的脫色。另外，缺硼还会引起頂芽干枯。叶綠素本身的破坏是因为植物組織吸收了各种其他营养元素，然而同时却未吸收到硼的緣故，显然，植物在吸收这些营养元素时也是需要硼的。叶色的破坏以及随之而来的植物生命活动机能的破坏也是由于充分供应了無机养分，而沒有供应硼所引起的。

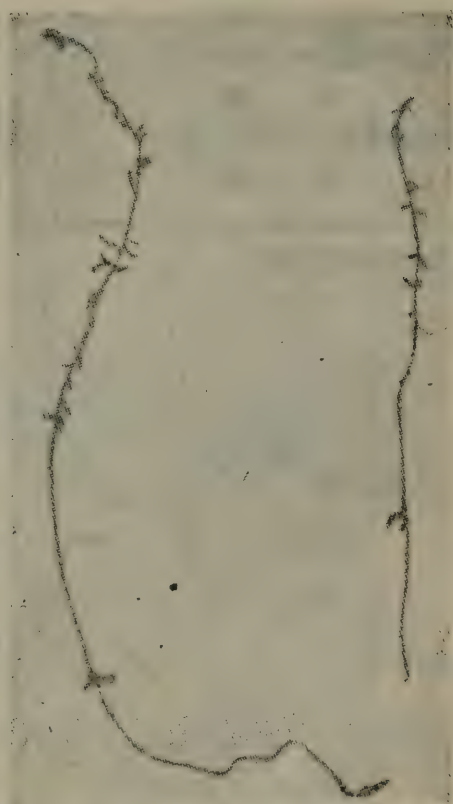


圖 5 先在缺硼的条件下栽培，然后又从混合营养液內移到蒸餾水內恢复健康的亞麻植株

如果不再讓新的無机物質进到植物体内，那末，即使在沒有硼素

表 5 在不同混合营养液的处理中,亞麻植株缺素症狀出現的順序

試 驗 处 理	缺硼症狀出現的順序
克諾普完全混合营养液+硼	— *
同 上, 無 硼	I
缺鉀的克諾普混合营养液+硼	—
同 上, 無硼	II
缺硫的克諾普混合营养液+硼	—
同 上, 無 硼	III
缺鎂的克諾普混合营养液+硼	—
同 上, 無 硼	IV
缺磷的克諾普混合营养液+硼	—
同 上, 無 硼	V
缺氮的克諾普混合营养液+硼	—
同 上, 無 硼	—
缺鈣的克諾普混合营养液+硼	>缺鈣症狀發生在缺硼症狀之前
同 上, 無 硼	

* 未出現缺硼症狀

圖 6 在缺鈣的克諾普混合营养液內栽培的亞麻
1—有硼, 2—無硼

进入植物体内时,也不会看到机能失調的現象。由此,我們可以了解到,为什么把在某种程度上已遭受缺硼为害的植株移到不含硼素的蒸餾水內时,它們能够恢复健康的状态。

在不完全的混合营养液內栽培亞麻的試驗結果 为了研究硼素与植物的其他無机营养元素的相互作用,我們曾經把亞麻植株栽培在缺乏不同元素的混合营养液里。

發現缺硼病征的順序如下(參看表 5)。

在缺鈣的处理內,不論有沒有硼的供应,植株甚至連子叶都沒有長出来;只不过是根部在硼的影响之下長得大。

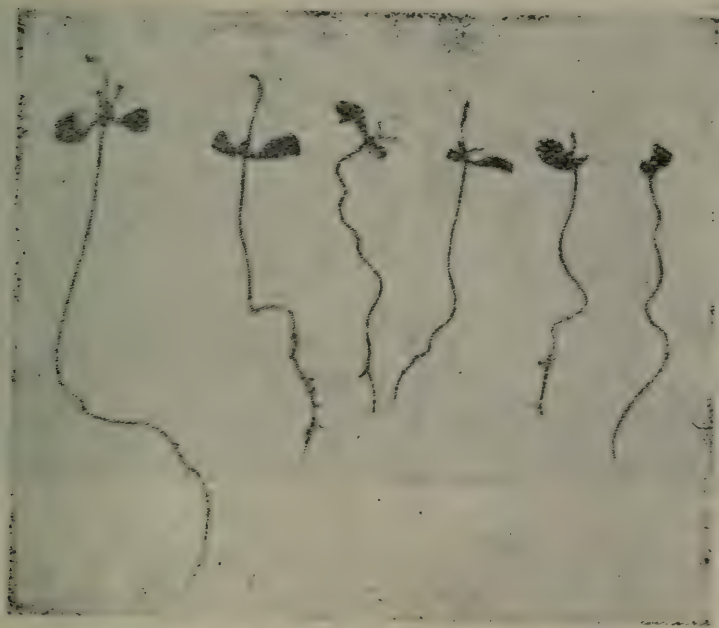


圖 7 在缺鈣的克諾普混合营养液內栽培的亞麻。左边 3 株有硼,右边 3 株無硼

在缺鈣的处理中,硼素对于根部生長的有利影响可以由圖 6 和圖 7 看出来。

沒有供給鉀的亞麻植株,虽然有硼素,仍在生長初期就帶着缺鉀的症狀而过早地死去了。当把亞麻的幼苗先放在蒸餾水內一个星期,然后又移到無鉀的克諾普混合营养液內时,假如有硼素,在較長的時間內,不会發生因为缺鉀而引起的机能失調的現象。缺乏硼的

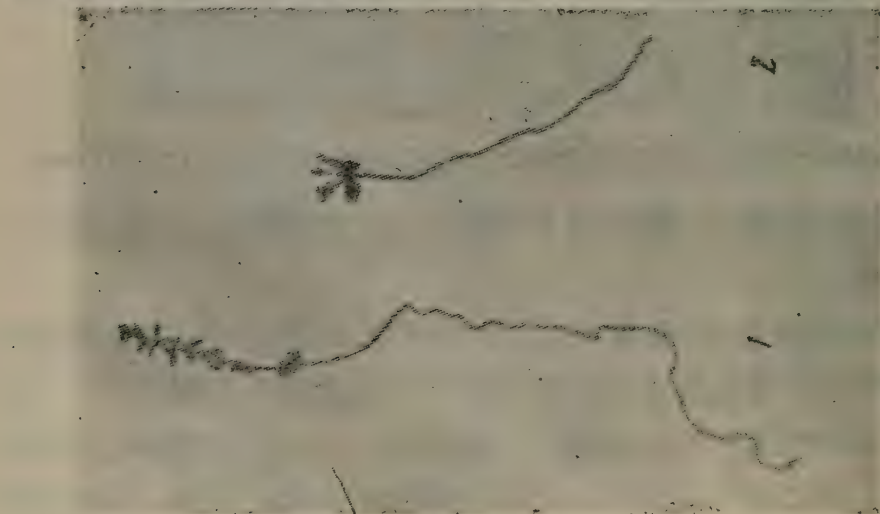


圖 8 在無鉀的克諾普混合營養液內栽培的亞麻
1—有硼， 2—無硼

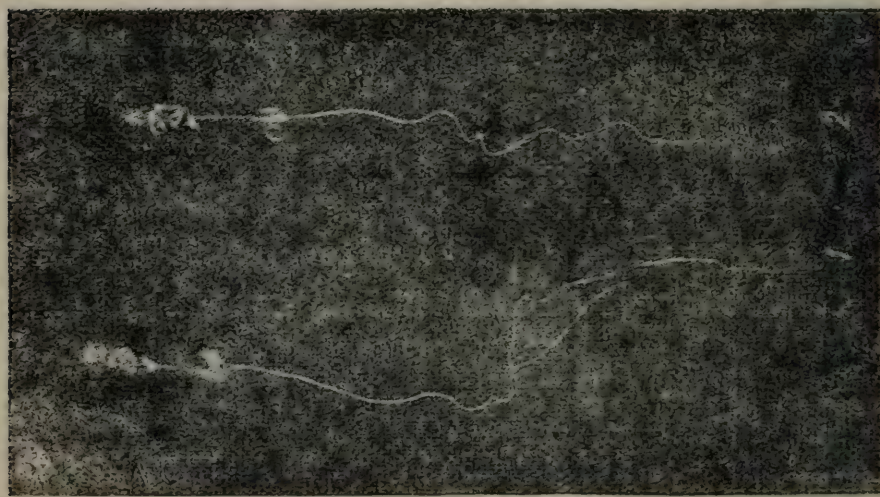


圖 9 在無鉀的克諾普混合營養液內栽培的亞麻
第 1 期：1—有硼， 2—無硼

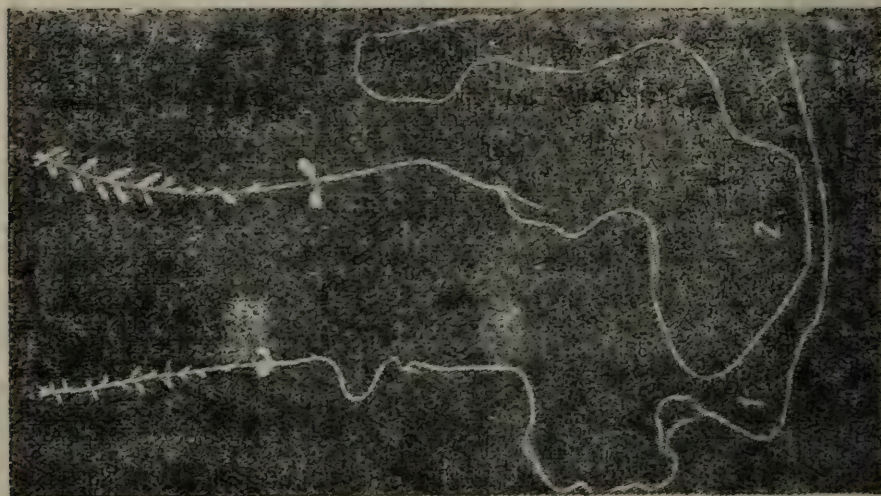


圖 10 在無鉀的克諾普混合營養液內栽培的亞麻
第 2 期：1—有硼， 2—無硼

时候,像那些得到了硼的植株一样,先对缺鉀有了反应后缺硼的症狀才表現出来(圖 8)。

在缺氮的处理內,硼素加强了根的生長。而植株的地上部分,即使經過很長的时间,也沒有表現出硼素不足的症狀。植株未能長得很粗大,这从圖 9 和圖 10 就可以看出来,圖中的亞麻在最后两个生育期內,栽培在無氮(有硼或無硼)的無机营养液里。靠近頂芽的叶子脫色得不厉害,頂叶也沒有干枯,頂芽繼續生長;無論在有硼或是無硼的处理內,頂叶都是最后死掉的。叶子脫色,从下部叶子發展到頂端叶子。植物在生長过程中直到把全部有限的氮素用尽后死亡。

自表 5 可看出,栽培在完全混合营养液內的亞麻最先感到硼素不足,其次是缺鉀的植株感到硼不足;沒有供給硫和鎂的植株就更晚一些表現缺硼的为害。最后几个缺硼的处理在發生反常現象的时期上沒有显著差別。

圖 11 和圖 12 是缺鎂(有硼或無硼)和缺硫(有硼或無硼)处理中的植株。

植株缺硼症狀的發生,在缺磷缺硼的条件下,比缺硼和克諾普完全混合营养液的处理,要晚得多(圖 13)。

圖 14 表示,向日葵植株在沒有磷素供应时所出現的形态上的缺陷——叶片裂开,有时裂得很深,好像是兩片小叶子。

圖 15 表示不同营养处理中的植株和对照的比較、在有硼和無硼的克諾普完全混合营养液內栽培的亞麻)。

上述試驗表明了,硼和其他化学元素对亞麻發育的意义。当除



圖 11 在缺鎂的克諾普混合营养液內栽培的亞麻
1—有硼, 2—無硼。

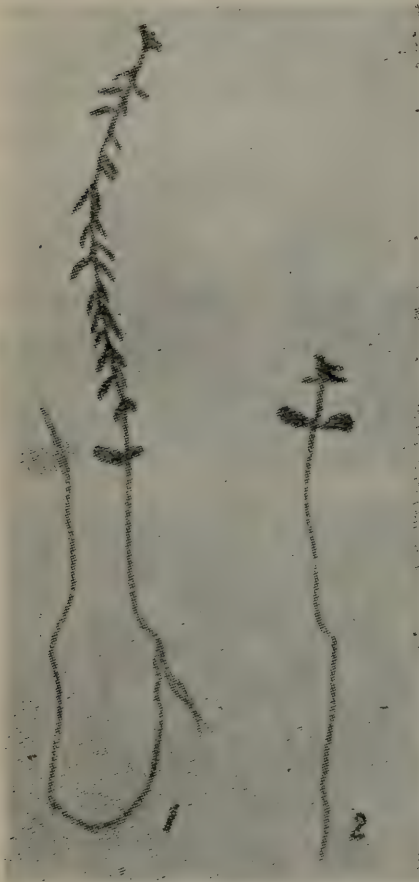


圖 12 在缺硫的克諾普混合营养液內
栽培的亞蕨
1—有硼， 2—無硼。

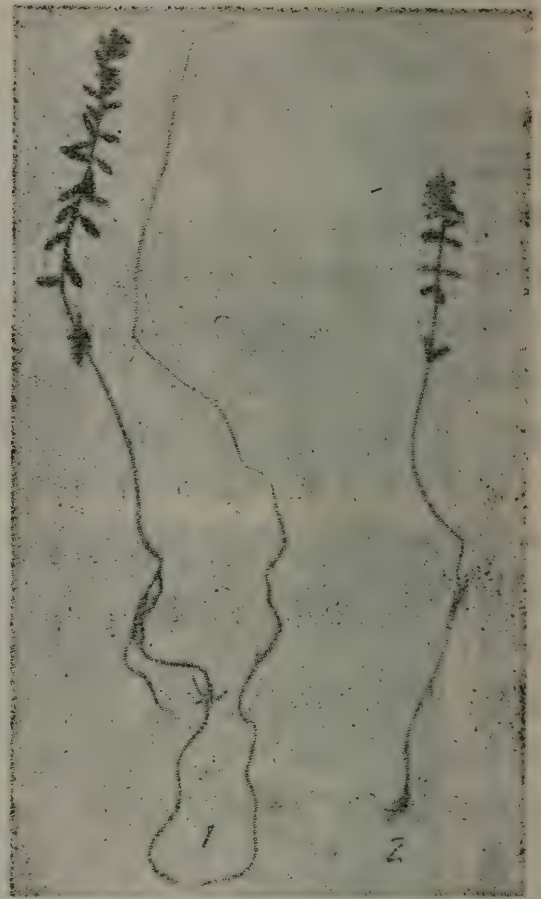


圖 13 在缺磷的克諾普混合营养液內
栽培的亞蕨
1—有硼， 2—無硼。

去鎂和硫時，植株的缺硼症狀，就要比完全混合营养液內的植株出現得晚一些。根據這一點可以預料到，混合营养液中的其他元素：如氮、鉀、鈣、磷等，在進到植物體內後，如果沒有硼的參與，顯然是不可能正常地進行各種轉化的，而有這些轉化後，才能使這些元素在原生質的有機絡合物內找到自己的位置，也就是說，才能被植物吸收利用了。缺磷也會使植物地上器官的發育大大地延遲。

非常重要的是，當只把氮素去掉時，雖然沒有硼素，可是植物的地上部分在缺硼時所特有的各種象徵也隨之消滅了。由此可以作出如下的結論：硼與氮正是有着直接的和非常密切的相互作用。

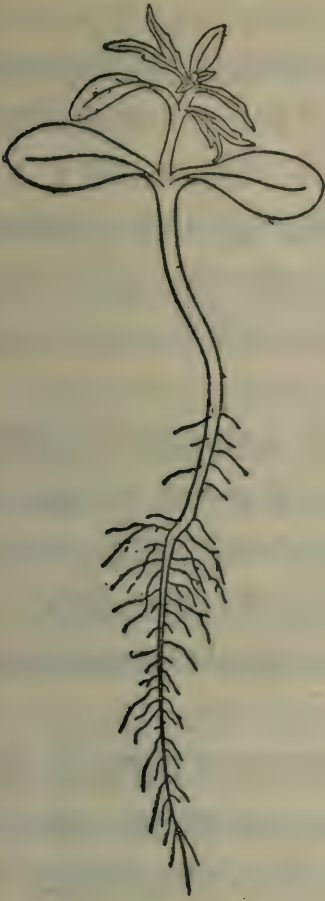


圖 14 在缺磷的克諾普混合营养液內栽培的向日葵

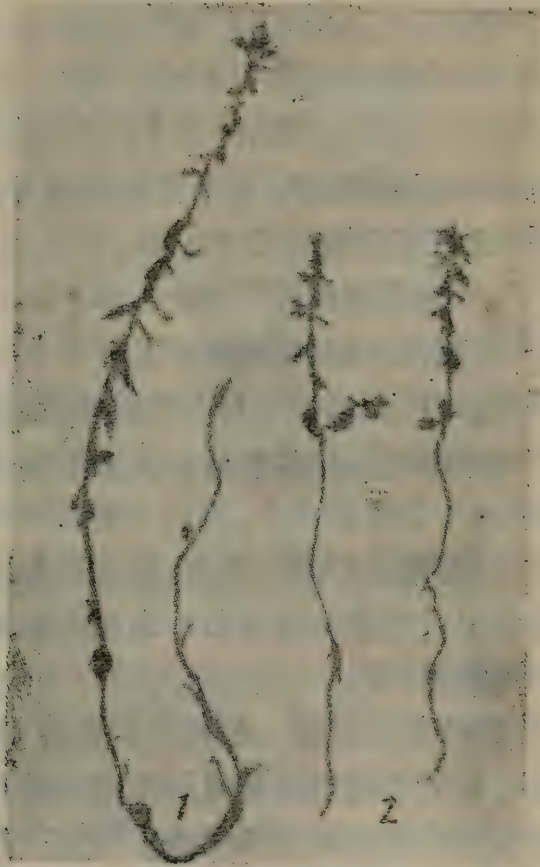


圖 15 在克諾普混合营养液內栽培的亞麻
1—有硼， 2—無硼

可能是:氮素的这些轉化反应,在某些阶段上磷也有一定的影响,因为把磷除去时,同样会減輕硼的不良影响。如果我們注意到,在植物的一定發育阶段中,形成蛋白質化合物的必要成分;是氮和磷,那末,我們就可以理解,为什么植物在制造有机無机磷化物时,对硼的需要是明显的。

由于缺硼时綠化过程的破坏和在氮素轉化过程中对硼的需要,因此,我們可以認為,綠色破坏的原因是参与这个过程の蛋白質結構的破坏,因而使叶綠素失去了稳定性所造成的。

为了研究,来源于中間化合物或恒常化合物的形式,呈現新陈代謝中机能失調的有机絡合物,必需采取植株上具有缺陷的各部位底

样品,进行生物化学研究。

我們假設,亞麻在缺硼时頂芽干枯的原因是:在靠近頂芽的地方,由于叶綠素和蛋白質不断地破坏,提高了含糖量。有效滲透物質的局部累积为隣近部位造成了特殊的滲透条件,因此,不仅打乱了水分向頂芽的正常流入,甚至于还使水分从頂叶內吸出来。頂芽好像是在脫色的部位被进行了环剝—生物学上的自我环剝,結果使頂芽干枯了。[加芙丽洛娃(Гаврилова) 1935 年在文献中指出,提高空气湿度可以減輕缺硼的有害作用]。

有人曾經在文献中發表过这样的意見,認為輸导系統的破坏是頂芽干枯的原因,然而这种情况是不太可能的,因为并没有終止向靠近頂芽的叶子輸送水分,所以可塑性物質还能够流到下面来,而使子叶的叶腋內發生側芽。此外,把遭受缺硼为害的植株移到蒸餾水內后,能够使它們恢复健康这一点也不能証实,植物輸导系統的受病是頂芽死亡的原因。

根据我們的試驗,植株的茁壯与否以至于产量不仅要决定于硼的供应,而且也要看其他微量元素是否具备,以及它們之間的相互作用如何。充分供給無机养分会增加植物对硼的需要;而減少無机养分时,則缺硼植株就受害得晚些,同时,缺硼症狀出現的过程也比较慢些,因此,植物在莖部停止生長前还能長得相当大。由此我們可以这样解釋,当溫度为 $15-18^{\circ}\text{C}$ 时,亞麻几乎不需要硼的这事实:在这种情况下,溫度并不是直接的原因,而是因为無机元素进入的不多,減少了水分向植物器官內的流入,从而也降低了植物对硼的需要(什科里尼克,1933)。这个推論已經被我們的資料和文献上关于根部对水分的吸收(柳比曼科、加芙丽洛娃,1926)及植物对無机养分的吸收[拉特聶尔(Ратнер),1944]的資料所証实了。

大家都知道,当植物在施用过石灰的土壤上受病时,鉄和硼能够消除石灰的有害作用。根据我們的研究,可以把这种現象解釋为:由于給土壤施用了石灰而增加了有效态氮(доступный азот)的数量,从而也增加了植物对硼和鉄的需要。而只靠土壤中原來儲存的硼和鉄

已經不能滿足植物的需要了,何況土壤中過高的pH 值又可能減低硼和鐵的有效性[布斯洛娃,1941,1946]。

結 論

無論是在純淨的蒸餾水內,或是從混合營養液內 去掉任何一種成分時,硼素都可以加強亞麻根部的生長,同其他化學元素存在與否無關。

當植物的地上部分已在某種程度上遭受到缺硼的損害時,如果把它們移到蒸餾水內,就會扭轉這種情況。對於植物的地上部分來說,不僅硼素本身是很重要的,就是它們與其他無機成分之間的關係也是相當重要的。

無機肥料內含有任何一種成分,都會使缺硼的症狀比去掉這種成分時發生得早一些。只有在鈣的方面才不是這種情況。

在無硼的克諾普完全混合營養液內的植株首先表現出缺硼的症狀來,隨後是缺硫和鎂的植株,最晚的是缺磷的植株;硼和磷在新陳代謝過程中的相互作用要比和鎂、硫、鉀的關係密切多了。

已經確定,硼和氮的相互作用最為密切,因為從克諾普混合營養液內只去掉氮時,缺少硼的植物沒有受到抑制的現象。

植株的顏色因為沒有氮素而有些不正常,可是葉綠素並沒有受到進一步的破壞,植株的頂芽也沒有干枯。

在無硼的克諾普混合營養液內發現亞麻全株的葉綠素都減少了,而且靠近頂芽的葉子也脫色了。

缺硼植株的綠色只有在具備氮素條件時才會被逐漸地破壞。由此看來,硼素具有一種保護的作用,它可以防止蛋白質體的分解,也可以防止那些在代謝過程中所產生的、並影響到綠色素的中間類型含氮化合物的有害作用。

假如在缺硼的時候從營養液中去掉氮素,那麼,在任何情況下都不會在亞麻上發現靠近頂芽的葉子脫色和頂芽枯萎等現象,然而在缺硼時仍有氮素存在的話,則通常是在接近頂芽部位的葉綠素被逐

渐破坏之后，頂芽也随着干枯了。这說明两种現象是有着因果关系的。頂芽的枯萎很可能是因為頂端叶內的叶綠素受到猛烈的損害而严重地破坏了渗透条件的結果。

由于植物对硼的感应有强有弱，因此在缺硼时，它們彼此之間在叶綠素的稳定性和叶綠素的破坏上也是有差別的，而叶綠素遭到破坏时就需要用硼来調节氮素的轉化。所以我們可以这样認為，植物对硼素感应性的不同是由它們对氮素吸收上的差異所决定的。

为了說明硼素参与氮素轉化和蛋白質代謝的情况，必須根据植株地上部分各部位明显的变化，对它們分別地进行生物化学的研究，另外也需要把那些对硼素感应性强的和感应性弱的植物株栽培在完全混合营养液內和蒸餾水內，以便从生物化学研究上加以比較（也就是說，在配合种子儲藏物中所具有的無机絡合物和有机絡合物的条件下来进行比较）。

大家都知道，鉄和氮是有着相互作用的；当有氮而無鉄时，顏色的破坏只限于上部的叶子。在这方面，硼和鉄是相似的，只有在缺乏硼素的时候，叶綠素的逐渐破坏才局限在靠近頂芽的叶子里。氮素和硼、鉄这两种元素对于累积叶綠素來說都是必要的。

参 考 文 献

- Белоусов М. А. 1932. Влияние бора на развитие сахарной свеклы в водных культурах. Тр. ЦИНС, 1. вып. 8, стр. 50.
- Белоусов М. А. 1936. Применение бора и основы его действия на сахарную свеклу. Физиология корневого питания. Тр. Всесоюзн. н.-исслед. ин-та свеклов. полевод., стр. 93.
- Березова Е. Ф., Комарова Н. В., Судакова Л. В., Пейве Я. В. 1939. Новые виды удобрений под лен. Калинин.
- Березова Е. Ф., Судакова Н. В. 1941. Роль бора в симбиотрофизме льна. Химизац. соц. земледелия, 6, 24.
- Буслова Е. Д. 1941. Опыты по изолированному питанию растений азотом. Журнал Ин-та ботаники АН УССР, № 2.
- Буслова Е. Д. 1945. Изучение хлороза в целях выяснения роли железа

в синтеза и накоплении хлорофилла. Труды Ин-та физиол. растений АН СССР, IV, 1, стр. 154—160.

Гаврилова Л. Г. 1935. К вопросу зольного питания. Влияние различных доз фосфора и калия на рост и развитие разных сортов табака. Ботанический журнал СССР, № 1, стр. 10—33.

Любименко В. Н., Гаврилова Л. Г. 1926. О влиянии температуры на поглощение воды корнями. Дневник Всесоюзного съезда ботаников в Москве в 1926 г. М., стр. 118—119; также Изв. Главного бот. сада, т. 23, вып. 1, 1924.

Школьник М. Я. 1933. О влиянии бора и других дополнительных микроэлементов на развитие льна. Изв. АН СССР, 8, стр. 1163—1188.

Ратнер Е. И. 1944. О взаимодействии между поглощением воды и минеральных веществ растениями и роли внутренних факторов. Докл. АН СССР, т. 45, № 4, стр. 177.

[邓鴻举译 卓浚霖校]

論帶有乳腺的植物中硼的含量

Г. С. 賽沃羅特金

植物生理試驗很早就確定了，硼是植物正常生長和發育所必需的元素。但是，在實踐中如何合理的使用硼肥，仍有人抱懷疑態度，因為大家以為，植物不需要很多的硼，並且在土壤中又經常可以獲得這種元素。早在 1933—35 年這個疑問就被蘇聯研究家們通過實際施用硼素而消除了。（波布科和賽沃羅特金，1935；卡塔雷莫夫，1935；喀德洛夫-濟赫曼，1934和其他等人）那時已經查明，在酸性土壤上使用石灰時，和石灰一起，施入硼素，能顯著提高農作物的產量，特別是提高種子的產量。

還在1931—33年時，本文作者即以不同農作物進行盆栽試驗，結果證明：作物若沒有硼素，就不能形成繁殖器官。這件事實以後又被許多試驗所証實，因此，我們建議給牧草和其他農作物施用硼素，以提高種子產量，改良種子品質，特別是改良留種用的種子品質。

1949年，我們又證明，使用硼素可以解決醫藥工業上一個重要的問題：即獲得喜馬拉亞山莨菪屬植物的種子。這種植物富含珍貴的植物鹼，但是由於缺少種子而不能栽培。喜馬拉亞山莨菪屬植物有80—100%的花都脫落了，不能形成果實。為了消滅早落花的現象，並能得到種子，而給生長4年的植株噴射硼砂溶液，濃度是1.5毫克硼素兌1升水。因為喜馬拉亞山莨菪屬植物的開花期較長，因此噴射了三次。當噴射溶液時，在植株下面的地面上鋪上干草，以防止硼液落到地表上。另外，也曾將硼直接施在某些植株周圍的土壤里，在7月4日施用每株15毫克硼。噴射溶液是在開花期分三次進行：7月4日、16日、23日。

茲將試驗結果列于表 1。

表 1 硼对喜馬拉亞山蕒蓉屬植物形成繁殖器官的影响

試 驗 設 計	5 棵植株的 总 花 数	鈴 数		5 棵植株的种 子产量(克)
		已形成的(个)	未形成的(%)	
对 照	65	41	21	4.2
噴射硼液(1.5毫克/升)	169	103	61	81.4
1 棵植株施15毫克硼	182	107	60	55.8
1 棵植株除施15毫克硼外, 并 噴射濃度为1.5毫克/升的溶液	108	63	58	30.0

根据試驗結果,我們可得出如下的結論。

凡是經硼液处理过的喜馬拉亞山蕒蓉都能形成花,并且發育得良好,种子能达到生物学上的完全成熟。經硼液处理过的植株,其种子产量較对照高20倍。

1948年在全苏葯用和芳香植物研究所的試驗中,也發現將硼施在土壤中对喜馬拉亞山蕒蓉形成繁殖器官有良好的作用,同时,也証明以施硼素的方法,可以获得足够繁殖用的蕒蓉种子。

虽然有許多事实都証明,硼对作物产量有良好的作用,但直到如今,对于硼在植物体内的主要生理作用还没有一个清晰的概念。

目前只知道,植物若缺少硼,其生長点就枯萎,叶子卷縮,不能形成繁殖器官,下部發生不正常的幼芽分蘖。

許多研究者也証明,营养液中缺硼会破坏植物的生長和分生組織細胞的正常分裂。結果使輸导系的結構反常,打乱其活动[舍斯塔科夫(Шестаков)和什文廷科夫(Швынденков)等人,1935年]。

輸导系統的正常活动遭到破坏,自然要影响可塑性物質的流动,也就是說,影响到可塑性物質流向生長点。

指出硼和分生組織活动的关系,可能有助于了解硼在植物生活中的生理作用。作者曾經确証:在某些系統的植物类羣中,硼量和解剖結構有关。根据植物的含硼量,可將其分为三类:a)單子叶,б)双

子叶, ^B)帶有乳腺的双子叶植物。

單子叶植物	双子叶植物	帶乳腺的双子叶植物
大 麦………… 2.3	豌豆…………21.7	蒲公英屬…………80.0
小 麦………… 3.3	燕 薹…………49.2	大 戟 屬…………93.0
玉蜀黍………… 5.0	高 粱…………69.9	罌 粟 屬…………94.0

下面將說明硼为何如此分佈：

(1)在單子叶植物已形成的維管束中沒有分出組織。

(2)双子叶植物的維管束,在木質部和韌皮部之間,有分生組織(形成層),分生組織的細胞能不断的分裂。

(3)帶有乳腺的双子叶植物,除有形成層外,还有活的乳汁管,管壁柔軟,永远不会木質化,管內有一層原生質層和許多細胞核。

因此,植物体内有生命活动的組織(分生組織)愈多时,其含硼量也愈多,因而对缺硼也就愈敏感。

为了証实上述硼量和植物乳腺之間的依存关系,曾分析了鴉片罌粟和油料罌粟蒴果中的含硼量。在农叶上栽培鴉片罌粟,主要是为取得鴉片,加工成藥品;而栽培油料罌粟則为了获取高等的干性油料。

鴉片罌粟和油料罌粟不同之处,就是鴉片罌粟的乳腺發达得很。鴉片罌粟的乳汁管很粗大,分支管有很多[B.Г.和 O.Г.阿列克山德罗娃(Александрова),1932]。

根据含硼量和植物解剖結構的依存关系,可以推想到鴉片罌粟蒴果中的含硼量將多于油料罌粟蒴果中的含硼量。这已經被分析結果所証实(表2)。

安眠用的無鴉片罌粟的生長情况証明,乳管系統和硼量之間有一定的依存关系。下面簡單的談一談这方面的現象:在普通农田和試驗地里,在同一个鴉片罌粟品种中,有时發現某些植株在外表上完全是健康的,但当切开蒴果时,并不分泌乳汁,因而也得不到鴉片,在

表 2 鴉片罌粟和油料罌粟蒴果中的含硼量
(1 公斤干物質中的毫克數)

作 物	在生物學上已成熟的蒴果中的含硼量
中國 41 號 鴉片罌粟	63.3
天 山 鴉片罌粟	55.5
К—196 油料罌粟	37.0
農家種 油料罌粟	39.0

吉爾吉斯稱這種植株為“艾爾克基”(Эркеки)。

原來，在安眠用的罌粟中不含鴉片，乳汁管枯萎，其中的乳汁凝縮了，因此，連乳漿也不能分泌。從開花時起乳管系統即開始發生變化，一直延續到工藝成熟度時為止。但當安眠鴉片在幼齡時，並未發現乳管系統有類似的變化。乳管系統枯萎和乳漿凝縮，都是逐漸擴展的；開始發生在主莖和蒴果內，此時側芽仍繼續分泌乳汁，以後到工藝成熟度時（大量蒴果開始裂開），所有無鴉片植株的乳管系統都不分泌乳漿了[札依采娃 (Зайчева), 1948]。

這點促使作者去分析正常的和無鴉片的植株中的含硼量。因為不分泌乳汁的現象，都是在迫切需要硼素的開花時開始表現(賽沃羅特金 1936, 1937)。於是有人這樣推想：不分泌乳漿的現象在某種程度上，和某些雙子葉植物因缺硼而生長點凋萎的現象相似。這兩種現象的區別如下：在不分泌乳汁的植物上，分泌管凋萎不影響安眠用罌粟的以後發育，而生長點凋萎則能引起整個植株枯死，或使其受到嚴重損害(表 3)。

分析資料證明，在健康植株的蒴果內，硼的含量正像所預料的一樣，較不分泌乳汁的植株多 40%。健康植株的上部葉內含 45.1 毫克硼，而不分泌乳汁的僅含 32.2 毫克。不分泌乳汁的植株，下部葉內的含硼量，和健康植株無差別。這點是可以理解的，我們已經說過，乳管系統到開花時才枯萎，那時下部的葉子已經形成了。

表 3 在鴉片罌粟——中国 41 号 1 公斤干物質中的含硼量

植 物 器 官	植 株	
	正 常 的	無 鴉 片 的
第 1 次切開后的蒴果	64.9	48.9
第 4 次切開后的蒴果	69.0	49.7
第 4 次切開后上部的叶子	45.1	32.2
第 4 次切開后从下边数第 6 对叶子	34.3	35.0
花莖	21.2	17.6
莖	17.3	17.0
根	20.3	17.3
第 1 次切開后的种子	21.5	20.6
第 4 次切開后的种子	20.7	19.5
在生物学上成熟的种子	21.0	21.0

(在鴉片里含有 10 毫克硼)

乳腺的形成似乎和营养条件有关,若是改变其营养状况,植物在一定的發育时期內,就無乳管系統。同时根据 A. A. 札依采娃(1949 年)的材料証明,这些植株的主要生理过程,如光合作用、呼吸作用和可塑性物質的流动,並沒有遭到破坏。这点說明,鴉片罌粟的乳管系統是可塑性的,人类可以根据自己的願望来改变它。硼就是定向影响帶有乳管系統的植物本性的因素之一。

研究硼对于安眠罌粟中乳腺形成的作用,不仅在消除安眠罌粟不含鴉片的現象上有意义,从罌粟發育更茁壯上看也是如此。这点很重要,因为在乳腺中积累着乳漿,其中含有很多各种各样的药用植物鹼,这也是栽培罌粟的主要目的。

硼对于安眠罌粟的發育和生長有良好的作用,并非偶然的,而是測定来的,所以具有乳腺的植物,在本性上需要硼。

使用硼素必然能滿足植物在生理上对硼的需要,在这方面,植物可分为下列几类:(1)單子叶植物;(2)双子叶植物;(3)帶乳腺的双子叶植物。

根据上述原理,还不能解釋硼为什么对維管束和乳管系統的生

命活動的組織有影響，因為我們並不完全了解，硼是屬於植物的那一類物質（如復蛋白質、酶、果膠等等）。

在植物體中，硼和其他微量元素（銅、錳、鋅等）一樣，含量極微，因此，使研究者想到，這些微量元素是參與酶系統的，根據硼在核蛋白的複雜分子中，為數極少（甚至核蛋白本身在植物體中為數也不多），也可以推想到，硼是參與核蛋白的形成的，而核蛋白是任何活細胞的組成成份。還有一件事實也可證明此點：即土壤中缺硼，首先會使分生組織細胞的生活活動停止，使植物失去結實的能力。

結 論

1. 植物體中的含硼量決定於其解剖結構，若按植物類羣來分，有下幾等：單子葉植物含硼量最小，雙子葉植物次之，帶有乳腺的雙子葉植物中最多。

2. 乳腺愈發達，則植物體內的含硼量愈多。

3. 當安眠罌粟不含鴉片時，其乳腺必然枯萎，而蒴果及上部葉子中的含硼量也減少了。

4. 喜馬拉亞山的莨菪屬藥用植物的落花現象，可以用硼液噴射植株，或者將硼施於土壤中来消灭之。

参 考 文 献

- Александров В. Г. и Александров О. Г. 1932. Сравнительноанатомические исследования над строением опийных маков. Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, серия III, № 2.
- Бобко Е. В. и Сывороткин Г. С. 1935. К вопросу о влиянии бора на рост растений на известкованных почвах. «Химизация соц. земледелия», № 3.
- Зайцева А. А. 1948. Явление эрочности у опийного мака. Архив ВИЛАР.
- Зайцева А. А. 1949. К вопросу о физиологической роли млечной системы. Тр. Ин-та физиологии растений им. Тимирязева, т. VI, вып. 2.
- Каталымов М. В. 1935. О причинах вредного действия переизвестко-

- вания кислых почв. «Химизация соц. земледелия», № 2.
- Кедров-Зихман О. К. и Кедрова-Зихман О. Э. 1934. Влияние состава поглощенных катионов на развитие ячменя и клевера. «Химизация соц. земледелия», № 12.
- Кизель А. Г. 1940. Химия протоплазмы
- Петров М. Д. 1946. Влияние бора на урожай кормовых корнеплодов при разных сроках его внесения в условиях известкования подзолистых почв. Диссертация на соискание ученой степен кандидата сельскохозяйственных наук. Библиотека ВИУАА.
- Сывороткин Г. С. 1936. Об улучшении действия извести на растения с помощью бора. Тр. конференции молодых ученых ВИУАА.
- Сывороткин Г. С. 1937. Влияние бора на развитие желтого люпина в связи с известкованием. Микроудобрения. Труды ВИУАА, вып. 22.
- Шестаков А. Г. и Швынденков В. Г. 1935. Изменение в развитии кенафа при недостатке бора и марганца в питательном растворе. «Химизация соц. земледелия», № 6.

[車浚霖譯 邓鴻举校]

在格魯吉亞的土壤条件下硼和錳对于 提高农作物單位面积产量的影响

A. Д. 梅納加里什維利

为了使作物正常生長和發育,以及获得高額而稳定的产量,除了几种主要的营养原素外,还需要其他的化学物質,这些物質在有机体組成中为量極微,即微量元素。

在生物学上对植物重要的微量元素有硼、錳、銅、鋅、鉬、碘和鈷等。

在草田輪作制的施肥制度中,微量元素有特殊的意义。因为它可以使多年生禾本科牧草和豆科牧草的种子达到丰收。但是,正如Д. Н. 普良尼斯尼科夫的研究(1946年)所証明,只有在一定的条件和一定的土壤上,才能看出植物对微量元素的需要情况和研究微量元素的效果。

格魯吉亞的农业特点一方面是作物种类繁多,另一方面就是土壤气候条件極為复杂,因此,必須創造極為良好的环境,才能使肥料、特别是微量元素肥料發揮高度的效力。

我們曾經在格魯吉亞的某些土壤上进行了13年的試驗和研究,以便确定給各种作物施用硼、錳肥料的有效条件。下面就是这些試驗結果的总结。

試 驗 部 分

盆栽試驗 最初是用卡尔特里地区的两种土壤来进行盆栽試驗的;即卡列里区(多哥罗烏拉斯平原)的碳酸鹽冲積壤土和特比里斯区(薩干路哥平原)的弱鹼化栗鈣土。这些土壤的某些农业化学成份如表1和表2所示。

表 1 土壤的农业化学分析(百分比)

土 壤	碳酸鈣	二氧化碳	总氮量	总磷量	总腐殖質 量	可吸收鈉(100克土 中的毫克当量)
碳酸鹽冲漬土	6.39	2.81	0.164	0.210	2.05	—
弱鹼化栗鈣土	0.96	0.42	0.217	0.138	2.98	3.4

表 2 弱鹼化栗鈣土水浸液的成分(百分比)

二 氧 化 碳	HCO ₃	Cl	SO ₃	CaO	殘 余 物
—	0.0366	0.0028	0.039	0.022	0.14

供試植物是燕麦和黍子;所施用的微量元素为:硼酸态的硼,硫酸錳态和錳矿渣态的錳。錳矿渣是錳矿石經過人工选矿以后所沉积下来的大量渣滓。

在我們的試驗中所用的錳矿渣,其化学成分如下(干物質的百分比)¹⁾:

金屬矿渣的成分:

%

Mn	18.49
MnO ₂	27.60
MnO	6.91
SiO ₂	44.97
Fe ₂ O ₃	4.74

金屬矿渣的成分:

%

Al ₂ O ₃	10.37
P ₂ O ₅	0.43
Ca	2.37
Mg	1.26

至于硼錳效力問題,不管是单独施用或与完全矿質肥料(NPK)一起施用,我們都进行了研究。在供試土壤上,上述两种作物的谷粒产量結果列入表3和表4。

由表3可以看出,在碳酸鹽冲漬土上,对燕麦來說以第一种施硼量(1公斤土壤施0.5毫克硼)效果最好。随着硼的用量增加,不論是谷粒的絕對产量和相对产量,都逐漸減少了。硼与完全矿質肥料

1) 以后的所有試驗,都是用这种錳矿渣。

表 3 硼对燕麦和黍子谷粒产量的影响

(施用量为 1 公斤土壤中的毫克数)

試 驗 处 理		碳酸鹽冲积土				弱碱化栗鈣土			
		燕 麦		黍		燕 麦		黍	
		每盆 产量 (克)	%	每盆 产量 (克)	%	每盆 产量 (克)	%	每盆 产量 (克)	%
無肥		3.6	100	1.4	100	6.2	100	4.6	100
1 公斤土壤施 0.5 毫克硼		5.0	140	—	—	3.6	57	—	—
1 公斤土壤施 1 毫克硼		3.8	107	—	—	3.3	53	—	—
1 公斤土壤施 1.5 毫克硼		3.6	100	—	—	3.1	50	—	—
NPK		8.1	100	13.0	100	8.2	100	13.0	100
NPK {	1 公斤土壤施 0.5 毫克硼	10.5	129	14.0	107	8.2	101	10.3	78
	1 公斤土壤施 1 毫克硼	9.9	122	13.4	103	8.9	109	13.2	101
	1 公斤土壤施 1.5 毫克硼	9.5	117	14.0	108	9.5	116	13.6	105

(NPK)同时施用时,可以大大地減輕在弱碱化栗鈣土上,由于增加施硼量而对谷粒产量所發生的不良影响。

在同样的土壤条件下,与完全矿質肥料(NPK)一起施用硼,虽然对黍子谷粒的产量也有良好的影响,但是远不如对燕麦谷粒产量的影响显著。

在弱碱化栗鈣土上单独施硼,则会降低燕麦的产量。可是硼与NPK同时施用时,则显著地提高了它的肥效,特别是在施硼量較多的情况下更是如此。

表 4 的材料証明,在上述两种土壤上,給燕麦施用錳矿渣态的錳,不管用量多少,效果均不好,使燕麦谷粒的产量比無肥的对照还低很多。

在上述两种土壤上,完全矿質肥料(NPK)和錳同时施用时,可以显著地提高燕麦和黍的产量。可見在这两种土壤上,給燕麦和黍施用完全矿質肥料(NPK),能够有力地提高錳的效果。

研究硼錳的田间試驗是用施用甜菜和玉米进行的。

表 4 錳对燕麦和黍子谷粒产量的影响
(每盆的施錳量,以克計)

試 驗 处 理	碳酸鹽冲漬土				弱碱化栗鈣土			
	燕 麦		黍		燕 麦		黍	
	每盆的 产 量 (克)	%	每盆的 产 量 (克)	%	每盆的 产 量 (克)	%	每盆的 产 量 (克)	%
無肥	3.6	100	1.4	100	6.2	100	4.6	100
錳*0.113	2.1	61	—	—	3.4	55	—	—
錳*0.226	2.7	76	—	—	3.6	58	—	—
錳*0.339	2.7	74	—	—	3.2	51	—	—
NPK+	8.1	100	13.0	100	8.2	100	13.0	100
錳*0.113	9.8	121	13.2	101	10.5	129	14.6	112
錳*0.226	11.0	136	14.1	111	8.8	108	13.7	105
錳*0.339	10.5	129	13.3	102	7.8	96	14.0	108
NPK+MnSO ₄								
錳 0.113	10.68	129	18.9	145	10.8	132	15.4	118
錳 0.339	10.7	132	14.9	115	7.9	97	12.1	93
錳 0.226	11.3	139	14.2	109	7.2	90	12.4	96

* 以錳矿渣作錳肥

糖用甜菜的試驗是于 1940—1942 和 1947—1949 年在格魯吉亞苏維埃社会主义共和国甜菜种植区的三种土壤上进行的; 即碳酸鹽棕壤(果里区克沃莫斯科拉地区), 揮發質碳酸鹽棕壤(同区的捷尔齐村)和碳酸鹽古冲漬土(克什坡区罕达基集体农庄內)。所有这些土壤都用庫萊河水灌溉。

玉米試驗是于 1947—1949 年在古老的碳酸鹽森林土壤的旱地上进行的。

所有供試土壤的农业化学組成如表 5 所示:

1940—1942 年, 又在第三国际集体农庄(果里区克維莫欧克拉村)的碳酸鹽棕壤上进行了糖用甜菜的田間試驗。研究了在播种甜菜时与完全矿質肥料(NPK)一起施用的微量元素的直接作用。三年

表 5 試驗地土壤的农业化学組成

植物	土 壤	取样 深度 (厘米)	pH	可吸收鹽基(100 克土壤中的毫克 当量)		CaCO ₃	腐殖質	N	P	Mn	
				Ca	Mg					毫克/公斤	水 溶 性
糖 用	碳酸鹽棕 壤	0—20	7.60	27.6	4.7	1.9	2.5	0.29	0.34	92	0.45
		20—40	7.78	26.9	4.9	2.1	2.7	0.26	0.32	89	0.42
	揮發質碳 酸鹽棕壤	0—20	7.52	24.6	3.6	1.6	2.4	0.15	0.28	102	0.50
		20—40	7.60	25.9	3.2	1.1	2.3	0.15	0.25	69	0.40
甜 菜	碳酸鹽古 冲漬土	0—20	7.60	48.5	2.1	2.8	1.7	0.15	0.13	35	0.09
		20—40	7.80	52.7	3.7	3.0	1.7	0.13	0.09	42	0.12
		40—60	8.00	58.1	4.1	4.2	0.9	0.08	0.08	40	0.10
		60—80	8.32	59.7	4.0	5.4	0.4	0.06	0.07	35	0.08
玉 米	古老碳酸 鹽森林土	0—20	7.97	41.8	1.5	2.7	1.4	0.09	0.04	78	0.10
		20—40	7.79	38.4	3.1	3.2	1.3	0.08	0.05	90	0.20
葡萄藤		40—60	7.82	46.2	3.3	3.7	0.9	0.08	0.04	86	0.18
		60—80	7.90	46.8	3.9	3.9	0.9	0.06	0.04	82	0.17

的田間試驗結果如表 6 所示。

这些試驗都显示了硼和錳在碳酸鹽棕壤上对糖用甜菜的高度效果,从所試驗的各种用量中,以 1 公頃施 1 公斤硼和 3 公斤錳最好;在上述用量下,使糖用甜菜塊根的产量每公頃分別提高了 26.3—58.7 公担,和 34.7—54.7 公担。

硼和錳不仅能提高塊根的含糖量,而且也显著地增加了糖的总产量,这从表 7 就可以看出来。

1 公頃施 1 公斤硼和 3 公斤錳。对提高糖用甜菜塊根的含糖量和糖的总产量最有效。

为証实在历年試驗中所得到的、在碳酸鹽棕壤上对糖用甜菜施用硼、錳效果的資料起見,以及为了确定硼、錳最有效的用量,我們曾經在同一个集体农庄的土地上,与进行长期試驗的同时又进行了生产試驗,試驗地的面积为 1 公頃,重复三次。在上述試驗中,除了單

表 6 硼和錳对糖用甜菜塊根产量的影响
(碳酸氫鈣壤; NPK 作底肥; 硼的用量为公斤/公頃)

試驗处理	1940 年			1941 年			1942 年		
	塊根的 平均产量		增产量	塊根的 平均产量		增产量	塊根的 平均产量		增产量
	公担 公頃	%		公担 公頃	%		公担 公頃	%	
对照	401	100	—	325	100	—	343	100	—
硼:									
0.5	—	—	—	343	106	19	—	—	—
1	460	115	59	351	111	27	400	117	57
2	414	103	12	330	102	6	—	—	—
4	388	97	—	—	—	—	—	—	—
3	461	113	55	359	111	35	387	113	44
6	413	102	7	337	104	13	—	—	—
12	363	89	—	—	—	—	—	—	—
24	392	96	—	—	—	—	—	—	—

* 由于在第一年的試驗中, 1 公頃施 1 公斤硼和 3 公斤錳的处理, 表現較好, 因此, 在以后几年的試驗中, 其他用量的試驗都沒有做。

独施用微量元素外, 又將微量元素和完全矿質肥料 (NPK) 配合起来施用。試驗結果如表 8 所示。

可見, 生产試驗的結果充分地証實了硼和錳对提高糖用甜菜塊根的产量和其含糖率, 以及提高其总糖量的作用。

虽然单独施用硼和錳, 对糖用甜菜塊根的总产量和出糖量均有良好的作用, 然而將这些微量元素配合完全矿質肥料 (NPK) 施用, 还能提高它們的肥效。硼和錳能显著地減輕單施完全矿質肥料的不良作用, 从而使每公頃的糖产量, 相应提高 18.2 公担和 11.3 公担。

根据上面的試驗, 使我們有理由認為, 在上述条件下, 要想提高糖用甜菜的單位面积产量和塊根的含糖率, 以及产糖量, 必須与完全矿質肥料 (NPK) 配合施用硼和錳。然而不施完全矿質肥料而單施硼和錳时, 也能得到一定的效果: 如每公頃糖用甜菜塊根的产量, 可提高 8.4—17.5 公担, 和产糖量 7 公担。

表 7 硼和錳对糖用甜菜塊根含糖量的影响
(碳酸鹽栗鈣土; NPK 作底肥; 硼和錳的用量为公斤/公頃)

試 驗 处 理	1 9 4 0 年			1 9 4 1 年			1 9 4 2 年		
	塊根的 含糖量 (%)	出糖量	增产量	塊根的 含糖量 (%)	出糖量	增产量	塊根的 含糖量 (%)	出糖量	增产量
		公担/公頃			公担/公頃			公担/公頃	
对 照	19.7	79.2		18.8	61.0		17.1	58.6	—
硼:									
0.5	—	—	—	20.3	70.0	9.0	—	—	—
1	19.4	89.2	10.1	21.5	75.5	14.5	19.2	76.8	18.2
2	21.6	89.2	10.1	22.4	74.0	13.0	—	—	—
4	20.5	79.5	0.4	—	—	—	—	—	—
錳:									
3	19.2	89.5	8.5	19.6	70.4	9.4	18.6	69.8	11.3
6	19.1	79.0	—	20.4	68.7	7.4	—	—	—
12	19.7	71.5	—	—	—	—	—	—	—
24	21.0	82.34	2.32	—	—	—	—	—	—

表 8 硼和錳对糖用甜菜塊根的产量及含糖量的影响

試 驗 处 理	塊 根 的 平 均 产 量			糖 (%)	含 糖 量	增 产 量
	公担/公頃	%	增 产 量 公担/公頃		公担/公頃	
無 肥	244	100		19.6	47.9	—
硼: 1 公頃施 1 公斤	253	103	8.4	21.8	55.1	7.2
錳: 1 公頃施 3 公斤	262	107	17.5	21.1	55.2	7.2
NPK 作底肥	343	100	—	17.1	58.6	—
硼: 1 公頃施 1 公斤	400	117	57.4	19.2	76.8	18.2
錳: 1 公頃施 3 公斤	387	113	44.1	18.6	69.8	11.3

为了驗證我們的結論和确定上述試驗与研究結果, 对格魯吉亞社会主义共和国其他甜菜栽培区是否适合, 我們从 1947 年又开始在变質碳酸鹽棕壤上(苏联科学院田間作物研究所捷尔基村試驗站)和格魯吉亞社会主义共和国科学院土壤、农業化学和土壤改良研究所

試驗分站的碳酸鹽古冲漬土上(卡斯坡斯基区克維莫-汗达基村)进行了糖用甜菜的試驗。这些試驗的部分結果如表 9 所示。

表 9 硼和錳对糖用甜菜塊根产量的影响

試 驗 处 理	变質碳酸鹽棕壤			碳酸鹽古冲漬土		
	塊根的平均产量		增产量	塊根的平均产量		增产量
	公担/公頃	(%)		公担/公頃	(%)	
無 肥	219	100	—	208	100	—
硼 1 公頃施 1 公斤	227	107	15	223	107	14.4
錳 1 公頃施 3 公斤	231	109	19	236	113	28
NPK 作底肥	502	100	—	415	100	—
NPK 作底肥:						
硼 1 公頃施 1 公斤	557	111	54	433	106	18
硼 1 公頃施 2 公斤	565	113	63	487	117	72
錳 1 公頃施 3 公斤	538	107	36	467	113	52
錳 1 公頃施 6 公斤	545	108	42	479	115	63

試驗結果証明, 硼和錳对糖用甜菜的效果是相当高的。同时在格魯吉亞苏維埃社会主义共和国甜菜栽培区的几种主要类型的土壤上, 將这些微量元素与完全矿質肥料(NPK)配合使用, 可以显著提高糖用甜菜塊根的产量。

在古老碳酸鹽森林土壤上的玉米試驗內, 硼和錳也显示了高度的效果。玉米的常設田間試驗是于 1948—1949 年在基洛夫集体农庄內(捷斯佳風区克維莫沙卡拉村)进行的。研究施肥当年和一年之后, 硼和錳对玉米产量的作用。試驗結果如表 10 所示。

表 10 的数据表明, 与完全矿質肥料(NPK)同时施用硼, 特别是錳, 对玉米产量的影响, 比单独施用硼和錳要弱一些。这种现象在上述元素的后作用中, 显得格外明显; 硼和錳与完全矿質肥料(NPK)配合使用, 不仅沒有良好的效果, 而且还显著地降低了 NPK 对提高玉米产量的作用。

在古老碳酸鹽森林土壤上单独施用硼和錳, 对玉米产量的后效

表 10 硼和錳对玉米产量的影响

試 驗 处 理	直 接 影 响			在第二年的后作用		
	玉米果穗的平均产量		增产量	玉米果穗的平均产量		增产量
	公担/公頃	%		公担/公頃	%	
無 肥	24.6	100	—	69.9	100	—
硼 1 公頃施 1 公斤	27.4	113	3.1	70.9	101	1.0
硼 1 公頃施 2 公斤	36.9	150	12.2	78.9	113	9.0
錳 1 公頃施 3 公斤	35.4	144	10.6	81.3	116	11.4
錳 1 公頃施 6 公斤	33.4	136	8.8	81.4	116	11.5
NPK 作底肥	42.5	100	—	87.5	100	—
NPK 作底肥:						
硼 1 公頃施 1 公斤	47.3	111	4.7	86.9	98	-0.6
硼 1 公頃施 2 公斤	44.3	104	1.7	87.8	100	0.3
錳 1 公頃施 3 公斤	42.1	99	-0.4	87.1	99	-0.4
錳 1 公頃施 6 公斤	44.6	104	2.1	87.5	100	—

作用和它們对玉米产量的直接作用一样显著。

結 論

1. 从可溶性硼和錳的总含量来看, 格魯吉亞的几种主要土壤都是含量中等或極度缺乏这些元素的土壤。不过格魯吉亞亞热带地区的紅壤和灰化土含硼量, 特别是含錳量是很丰富的。

2. 在碳酸鹽冲漬土壤上, 施用硼酸态的硼, 对提高燕麦和黍的产量有良好的作用, 但在輕度碱化栗鈣土上, 則起反作用, 即大大地降低这两种作物的谷粒产量。在类似条件下, 施用硫酸錳和錳矿渣作錳肥, 在碳酸鹽冲漬土和輕度碱化栗鈣土壤上, 对于提高燕麦和黍的谷粒产量有不良作用。在上述两种土壤上以不同用量与完全矿質肥料(NPK)配合施用这两种微量元素, 可以大大地提高它們的效果, 从而使燕麦和黍的谷粒产量显著增加。

3. 在格魯吉亞东部地区的碳酸鹽棕壤、变質碳酸鹽棕壤及碳酸鹽古冲漬土壤上的田間試驗內, 給糖用甜菜單種施用硼酸态的硼和

錳矿渣态的錳,或者与完全矿質肥料(NPK)配合施用,都很有效,使糖用甜菜的产量大大地提高。最有效的用量为:1公頃施1公斤硼,和1公頃施3公斤錳。施用这样多的硼和錳,能使糖用甜菜的产量,每公頃分別平均提高8.4和17.5公担。將这些用量的硼和錳与完全矿質肥料(NPK)配合施用,能使糖用甜菜塊根的产量,每公頃分別提高57.4和44.1公担,使塊根含糖量提高0.5—1%,使糖的总产量每公頃分別提高18.22和11.26公担。

4. 硼和錳在古老碳酸鹽森林土壤上,对玉米也有很好的作用。

5. 在格魯吉亞的碳酸鹽土壤上,硼和錳对各种农作物所起的良好作用的期限有兩年。

参 考 文 献

- Бобко Е. В. и Панова А. В. 1940. О поглощении бора в почвах. «Почвоведение», № 12.
- Вильямс В. Р. 1949. Травопольная система земледелия, Сельхозгиз.
- Виноградов А. П. 1947. Бор в почвах СССР. «Почвоведение», № 2.
- Власюк П. А. 1941. Обоснование плана ширского исследования применения марганцевых отходов на удобрение сельскохозяйственных растений. Сб. «Применение микроудобрений», Сельхозгиз.
- Виноградов А. П. 1950. Основные закономерности в распределении микроэлементов между организмами и средой. Рефераты докл. на конфер. по микроэлементам.
- Каталымов М. В. 1941. О факторах, определяющих эффективность борных удобрений. Сб. «Применение микроэлементов», Сельхозгиз.
- Каталымов М. В. 1948. Значение бора в земледелии СССР, Сельхозгиз.
- Лысенко Т. Д. 1948. О положении в биологической науке. В кн. «О положении в биологической науке». Стеногр. отчет сессии ВАСХНИЛ 31 июля — 7 августа 1948 г.
- Менагаришвили А. Д. и Картвелишвили Т. В. 1941. Эффективность бора и марганца под полевую культуру на некоторых типах почв Картли. Тр. Грузинского с.-х. ин-та имени Берия, т. XV.
- Менагаришвили А. Д. и Картвелишвили Т. В. 1945. Чистурский марганцевый шлам и бор как удобрения на некоторых типах почв Грузии. Тр. Грузинского с.-х. ин-та имени Берия, т. XXIII—XXIV.

- Менагаришвили А. Д. 1948а. Факторы, определяющие эффективность микроэлементов, Тр. Ин-та почвоведения, агрохимии и мелиорации АН Грузинской ССР, т. I. Тбилиси.
- Менагаришвили А. Д. и Лежава В. В. 1948б. К вопросу об эффективности микроэлементов под различные культуры. Сообщение АН Груз. ССР, т. XI. № 7, Тбилиси.
- Мичурин И. В. 1949. Итоги шестидесятилетних работ. Изд. 5-е, М. Сельхозгиз.
- Поспелов И. А. 1947. Борные удобрения на подзолистых почвах СССР. Изд. АН СССР.
- Прянишников Д. Н. 1946. Агрохимия Сельхозгиз, М.
- Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. Изд. АН СССР.
- Церлинг В. В. 1941. О физиологической роли бора. Сб. Применение микроудобрений, Сельхозгиз.

[楊春明譯 邓鴻举校]

硼、錳、銅對提高亞麻產量的作用

Я. В. 彼依維

亞麻是蘇聯非黑土地帶最主要的技術作物之一。在草田輪作制中，亞麻一般是被種植在多年生牧草之後。同時，在草地牧草輪作中也有很大的可能性來栽培亞麻。由於在集體農莊和國營農場內，進行了土壤改良，並採用大田輪作與牧草輪作制，因此連各種重新開墾的土地（主要是沼澤地）也種作物了。在草田輪作中必須採用綜合的農業技術措施（其中也包括施肥制度在內），以保證輪作中各種作物都能丰收，在草田輪作內的多年生牧草和亞麻的施肥制度中，微量元素起着重大的作用，其中特別是硼、銅和錳。這些微量元素在亞麻栽培上有很大的實踐意義。

由於給土壤施用石灰和改良土壤後開墾新地，於是集體農莊為亞麻和多年生牧草施用微量元素肥料的要求在逐年地增長着。

微量元素（如：硼）對亞麻的產量和品質有良好的作用，這不僅因為它參與植物體內重要的生物化學過程，是植物礦物質營養所必須的元素，還因為它對土壤微生物羣落和高等植物與土壤微生物間的共生或寄生的相互關係也有一定的影響。

同時，上述的每一種微量元素均有其獨特的作用，這一點是無可爭辯的。我們的研究證明：硼素對於亞麻的作用與植物殘體分解的過程，以及腐植質酸的合成與分解過程均有着密切的關係。

只有在測定了游离的黑腐酸和超黑腐酸以及被固定為鈣鹽之間的数量關係，計算了土壤微生物的活動性之後，才能預測到硼肥對亞麻的效力。大家都知道，硼在很大程度上能調節亞麻和細菌微生物羣落間的相互關係，防止寄生細菌為害作物，建立對作物有利的共生

关系。此外，硼肥还能防止亞麻感染細菌病〔根据別列佐娃(Е. Ф. Березова)的試驗〕。

把亞麻感染細菌病的現象看作是首要的原因，而把硼的影响只当作是所缺少的营养元素是完全不对的。应当在其相互关系中来研究这些現象。当然，硼不仅是植物，而且也是微生物所必需的营养元素。但这种需要是經常改变的，这要依高等植物与微生物間的相互关系和外界环境条件而轉移的；因之，也要依輪作中的一套農業技術措施和施肥制度而轉移。在施肥制度中，硼肥不是孤立存在的，它是植物和微生物营养所必需的組成部分。

假使植物有机体很衰弱，則細菌寄生現象就会發展。如众所知，植物有机体生長得衰弱不仅是因为缺硼，还因其他不利的因素所造成的結果。因此不仅須要施硼肥，还須消灭那些对植物發育不良的条件，才能消灭細菌的寄生現象。

硼肥在下列情况下最有效：(1)在重新开垦的生草暗色沼澤土上，該地为中性反应、偏碱性，尤其在土壤中明显地表现出嫌气性过程时；(2)在輪作中施过石灰的土壤中，以及含有过多的黑腐酸鈣和超黑腐酸鈣的土壤內，硼能消灭石灰有时对亞麻所發生的不良作用；(3)在丰产亞麻条件下，在植物营养中缺硼的情况下，以及在亞麻感染細菌病时。

亞麻研究所曾在加里宁州許多集体农庄的暗色沼澤地上进行給亞麻施用硼肥的試驗(在該种土壤上亞麻常感染細菌病)，其增产結果如下(按纖維計)：每公頃增产 1.3 公担(“劳动旗”集体农庄)，2.7 公担(“威廉斯”集体农庄)，1.4 和 4.5 公担(“我們的劳动”集体农庄)。許多集体农庄在生产条件下，每公頃种子增产 1.8—4.14 公担。

纖維品質提高 2—3 支数(номер)，各年的試驗結果列于表 1。

除了用可溶性的純硼鹽类(如硼砂)給亞麻施用硼肥外，还有化学工業的硼鎂廢品和其他含硼廢品。用水方硼石及含硼粘土等硼矿石作肥料，效果也很高。

表 1 在暗色沼澤土上硼肥对于亞麻的品質和产量的影响
(1935—1936 年全苏列宁农業科学院的試驗, 加里宁州)

集体农庄	年份	試 驗 設 計	产量 (公担/公頃)		纖維支数
			种 子	纖 維	
劳动旗	1935	無肥	2.8	2.3	13.9
		PK	5.8	3.6	13.0
		NPK+硼砂			
		½ 公斤/公頃	6.2	3.9	15.1
		3 公斤/公頃	7.6	4.8	16.0
		9 公斤/公頃	7.1	4.5	15.5
		12 公斤/公頃	7.6	4.5	15.1
威廉斯	1936	1)翻耕灰化土層:			
		無肥	4.3	1.7	13
		NPK	3.2	1.9	13
		NPK+硼砂 3 公斤/公頃	8.5	4.8	16
		廐肥 18 吨/公頃	7.5	2.9	13
		2)深耕到腐殖質層:			
		無肥	3.9	1.9	13
		NPK	3.4	2.5	13
		NPK+硼砂 3 公斤/公頃	7.6	5.3	15
		廐肥 18 吨/公頃	5.3	2.1	14
		3)深耕到生草層:			
		無肥	4.3	2.9	14
		NPK	—	3.8	14
		NPK+硼砂 3 公斤/公頃	7.2	5.5	16
		廐肥 18 吨/公頃	6.3	3.1	14
威廉斯	1937	深耕到生草層:			
		NPK	1.01	0.8	—
		NPK+硼砂:			
		B. 0.35 公斤/公頃	2.27	2.5	—
		B. 0.70 公斤/公頃	3.07	2.4	—

續表 1

集体农庄	年份	試 驗 設 計	产量 (公担/公頃)		纖維支数
			种 子	纖 維	
		NPK+硼鎂肥料:			
		B. 0.35 公斤/公頃	2.59	2.0	—
		B. 0.70 公斤/公頃	3.29	2.1	—
		NPK+水方硼石:			
		B. 0.35 公斤/公頃	4.64	3.2	—
我們的 劳动	1938	NPK	4.93	5.0	—
		NPK+硼砂:			
		B. 0.35 公斤/公頃	6.01	5.8	—
		B. 0.70 公斤/公頃	6.66	6.4	—
		NPK+硼鎂肥料:			
		B. 0.35 公斤/公頃	5.57	6.2	—
		B. 0.70 公斤/公頃	5.17	6.5	—
		NPK+水方硼石:			
		B. 0.35 公斤/公頃	6.23	6.7	—
我們的 劳动	1939	無肥	1.6	3.7	—
		NPK	2.5	5.6	—
		NPK+硼砂:			
		B. 0.1 公斤/公頃 播前施	6.5	7.4	—
		B. 0.1 公斤/公頃 和种子一起施下	6.7	7.8	—
		B. 0.35 公斤/公頃 播前施	7.0	9.2	—
		B. 0.35 公斤/公頃 播种时和种子一起施	6.5	9.7	—
		NPK+硼鎂肥料:			
		B. 0.1 公斤/公頃 播前施	4.2	6.7	—
		B. 0.1 公斤/公頃 播种时和种子一起施下	4.4	6.9	—
		B. 0.35 公斤/公頃 播前施	4.6	7.4	—
		B. 0.35 公斤/公頃 播种时和种子一起播下	4.9	8.2	—

在暗色沼澤土上，給每公頃亞麻使用 0.35—0.70 公斤 B 最合适，而在施过石灰的生草灰化土上，則以每公頃施 1 公斤 B 最合适。

“我們的劳动”集体农庄 1939 年的試驗資料說明，于播种时，同时施硼肥，可以提高肥效。

在試驗中，曾采用下列施用硼肥的技术：以硼肥溶液或硼肥的悬濁液浸种，其用量如下：每公頃所需的硼量必須溶于 26 公升水內，并用这些数量的水溶液浸湿播种 1 公頃所需的亞麻种子（試驗中 1 公頃用 160 公斤种子）。浸湿种子后，要立刻撒上粉碎的干泥炭（每 160 公斤种子拌 20 公斤泥炭），以免种子粘在一起。

無論在播种前施用硼肥或作追肥用，硼对亞麻都有良好的作用。但作追肥施用的硼，在肥效上不如播种前使用时显著。这是因为亞麻即使在出苗时，也可能感染細菌病。因此，必須在亞麻發育的最初几天，就將硼肥施在土壤內。

关于莫洛托夫国营亞麻农場（該場是暗色沼澤土壤）的試驗材料列于表 2。

列宁农業科学院別热茨基試驗站（加里宁州）所进行的試驗也証明，于播种前給亞麻施硼砂和硼鎂肥料要勝于在其他各时期使用（表 3）。

表 2 硼肥的施用时期对亞麻产量的影响
（全苏列宁农業科学院 1937 年的試驗，NPK 作底肥）

施 硼 时 期	产 量(%)	
	莖 桿	种 子
对 照	100	100
硼砂 {	播前耕作时	139
	呈樹形分枝时	121
	孕蕾期	123
		311
		279
		158

虽然在播种前和播种时施用硼肥，对亞麻的作用較大，但在實踐中，有时还須給亞麻追施硼肥。如果發現亞麻有感染細菌病的象征，

表 3 硼肥的施用时期对亞麻产量的影响

施 肥 时 期	硼 砂		硼 鎂 肥	
	产 量 (公担/公頃)		产 量 (公担/公頃)	
	莖 桿	种 子	莖 桿	种 子
播前耕作时	40.8	6.9	41.7	6.9
出苗时	34.6	5.7	38.5	6.3

就須要追施硼肥来消灭这种病害。但是在这里和在其他情形下一样,对于任何病害,防总勝于治,也就是說,最好在播种前或播种时施用硼肥。

杀虫灭菌研究所的多年試驗証明,在酸性生草灰化土施用石灰后,硼肥对亞麻的效果很高[波斯彼洛夫 (Поспелов),1947;卡塔雷莫夫(Каталымов)等人,1948]。

亞麻是一种对土壤施用过多石灰后,而有不良反应的作物。

在輪作中,对車軸草和谷类作物最合适的石灰用量,对亞麻則嫌过多。同时有許多試驗証明:施用硼肥能完全消除石灰过多时对亞麻所产生的有害作用。在施过石灰的土壤內,施用矿物質肥料能增加植物对硼肥的需要。硼肥首先能提高纖維用亞麻的纖維品質和种子的产量。

И. А. 波斯彼洛夫在莫斯科近郊 多尔戈普魯德試驗地里所作的一些試驗証明,硼肥不仅在施用当年有效,即在施后的第二年也有效。这要看硼肥的类型和施用量而定。硼酸、硼鎂肥、水方硼石、电气石塊在第二年的肥效要比其他硼肥显著。含硼粘土和硼鎂石在第二年的肥效較弱。

在施过石灰的土壤上,給每公頃亞麻施用 0.35—1.5 公斤硼肥最合适。

拉脫維亞蘇維埃社会主义共和国的試驗結果 我們曾于1945—1947年在拉脫維亞共和国耶尔加夫和利日区的不同土壤上进行了亞

麻施用微量元素的田間試驗和室內試驗。

在各个試驗中,并未發現亞麻感染細菌病,因此,硼也未能現出它对防治寄生性細菌病的效能。在这种情况下,硼对亞麻的作用就是以微量元素能改善植物的营养条件为前提的。

1945年,为了研究微量元素在不同土壤內的作用,曾进行了盆栽試驗和田間試驗。盆栽試驗是在三种不同土壤上进行的:1)奥格萊依聶国营农場的重壤土(褐土);2)拉脫維亞农学院耶尔加夫實習农場“齐魯里”地区的暗色弱沼澤土;3)耶尔加夫實習农場的“普木普里”地区撩荒的暗色土壤。田間試驗是在耶尔加夫實習农場的暗色弱沼澤土內进行的。

試驗結果表明,在“奥格萊依聶”国营农場的生草-碳酸鹽重壤土(褐土)上,不需要給亞麻施用硼肥,土壤中原有的硼素足以供应植物的需要。在用耶尔加夫暗色土壤所作的盆栽試驗中,由于施用完全矿物質肥料和硼肥,使亞麻种子的产量提高 42%。

田間試驗的結果如下。

表 4 在暗色土壤中硼和高位泥炭对亞麻产量的影响
(1945 年,耶尔加夫,拉脫維亞苏維埃社会主义共和国)(底肥: NPK)

試 驗 設 計	产 量 (公担/公頃)	
	亞 麻 种 子	纖 維
对 照	6.6	5.7
硼砂(1公頃施3公斤)	7.3	6.9
硼砂(1公頃施6公斤)	6.9	7.3
高位泥炭	6.8	6.7

在試驗內,当底肥施用完全矿物質肥料,并且每公頃又施用 6 公斤硼时,則亞麻纖維的产量最高。由于施用这样多的硼肥,使每公頃亞麻纖維的产量提高到 153 公斤。在試驗內,每公頃施用 3 公斤硼砂,能使每公頃种子产量增产 67 公斤。这些数量的硼砂已足够植物

形成正常种籽产量的需要。

施用高位泥炭能使每公頃亞麻纖維的产量提高 1 公担，但使种子产量增加得不多。

1946 年在利日县的黑色沼澤土壤上，由于施用硼肥而使麻桿的产量增加 15%，施錳后麻桿增产 11%，施銅(黃鉄爐燼渣)使麻桿增产 14%。

1947 年在“拉馬瓦”實習农場的輕質壤土和暗色土壤上，由于前几年已施用了相当多的厩肥和其他肥料，因此，亞麻不需要再施用微量元素肥料了，因为施硼、銅、錳后，其产量并未显著增加。仅仅在暗色土壤上，由于施用硼肥，每公頃种子产量增加 60 公斤(或 7%)，这說明在試驗中，硼的效果相当弱。根据 1949 年的試驗，在拉脫維亞苏維埃社会主义共和国栽培亞麻的集体农庄內，亞麻施用硼肥后增产 12—49%。由此，我們可得出这样的結論：即給亞麻施用微量元素时，特别是施硼时，必須分別在不同土壤条件下，認真試驗。在一般的礦物質的生草灰化壤土和砂壤土上(尙未施石灰的)种植亞麻时，只施氮、磷、鉀肥就足够了，不必再施用微量元素。

高位泥炭和草木灰是硼肥的代用品 我們的試驗研究証明：对于暗色沼澤地上的亞麻，可以用高位泥炭和草木灰来代替硼肥。

高位泥炭之所以能代替硼肥，是因为它可以調节土壤和植物体中的微生物学过程，減少其中能引起亞麻細菌病的細菌含量，并能加强土壤中的好气性氧化过程。此外，当高位泥炭在土壤中礦物質化时，泥炭的有机質內所含的少量硼，將轉化成植物可吸收的形态。高位泥炭可以在施过石灰的灰化土和中性的暗色沼澤土內当作肥料使用。

草木灰也是硼肥的代用品，并且或多或少也可代替其他一些微量元素肥料，因为在其成分中含有硼等微量元素。这些微量元素都是植物成分中所含有的，而草木灰又是由植物体变成的。

我們在“莫洛托夫”国营农場暗色沼澤土壤上(該地極需硼肥)进行試驗，在試驗中試用高位泥炭曾获得下列結果(表 5)：

表 5 以高位泥炭代替硼肥对亞麻产量的影响(底肥 NPK)

試 驗 設 計	品 种 И-7		品 种 И-1	
	产 量			
	莖 桿	种 子	莖 桿	种 子
無肥区	39	0	121	0
对 照	381	13	485	91
硼	566	171	620	140
高位泥炭	730	237	780	205

將富含甲种黑腐酸 (α -гумат) 的高位泥炭施到中性的暗色沼澤地里,可以加强土壤中的生物化学过程。同时,还可以加强泥炭和土壤有机質的礦物質化,以及硝化作用和氨化作用,从而減輕能引起亞麻細菌病的細菌寄生現象,并使土壤中增加植物可吸收的硼量。

在我們的試驗里,施用高位泥炭,甚至比單施硼肥的結果还好。

在缺硼的土壤內,最好給亞麻施用風干的高位泥炭,平均每公頃施 40—50 吨即可。在施泥炭的同时,也要施用氮、磷、鉀等礦物質肥料。

木灰除了含磷、鉀、鈣外,还含有硼。他可以代替农作物的鉀肥和硼肥。我們在同一种暗色沼澤土上的試驗中,获得下列結果(表 6)。

表 6 鉀和硼肥对亞麻产量的影响

产 量	無肥	NP	NP+K	NP+草木灰	NP+K+B	NP+草木灰	NP+B
	产 量 (克/平方米)						
莖桿	40.0	111.5	555	755	755	775	609
种子	0	0	120	195	250	255	192

从該試驗中可得出結論:草木灰能代替硼肥。

每公頃亞麻平均可施用草木灰 6—8 公担。應該在春天施用草

木灰,以便播前耕作时用地复勻。

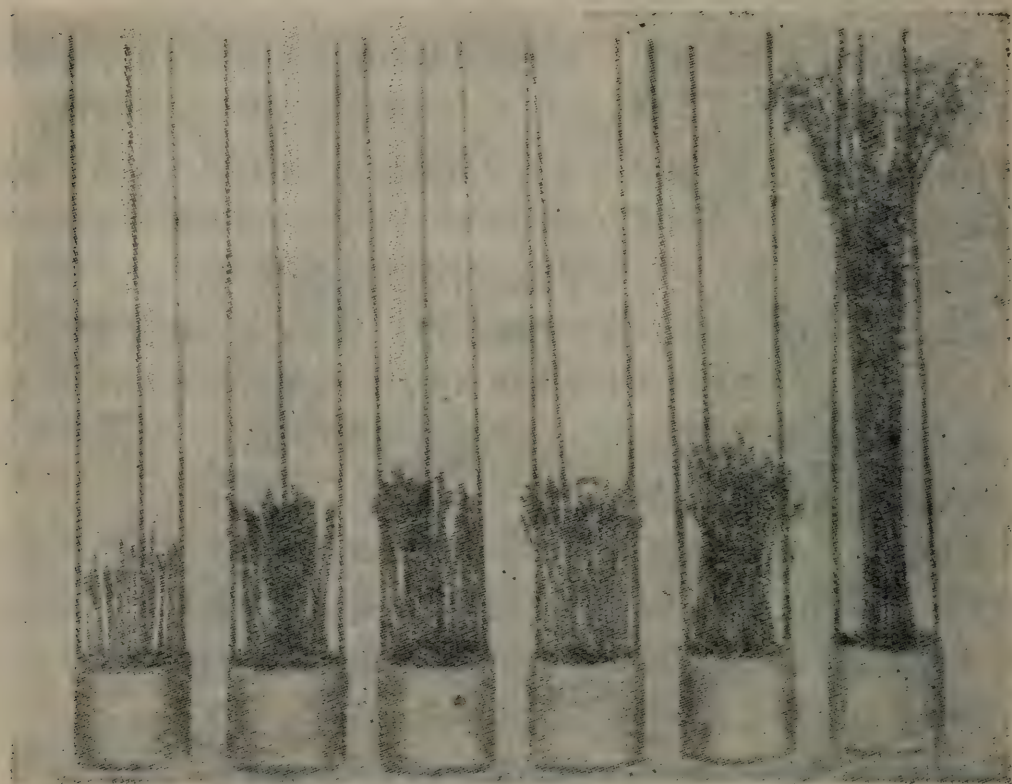
論亞麻施用錳和銅肥 关于錳肥和銅肥对亞麻的作用不如硼肥研究得仔細。在暗色土壤上的微量元素試驗中也包括施用錳肥的处理,但在这些土壤中,錳肥并没有良好的作用,而且也未能防止亞麻感染細菌病。大家都知道,在亞麻植株的成分中有錳,因此它是亞麻营养所必需的元素。土壤和有机肥料中(例如厩肥)都有很多的錳。因而为亞麻的錳素营养创造良好的条件。但是,当亞麻在施过石灰的生草灰化土和泥炭沼澤土上获得丰产时,錳肥对亞麻的产量和品質起良好的作用。錳肥的施用量为每公頃 10—20 公斤錳。可以利用錳矿渣作为亞麻的錳肥。

如果在苏联各州的沼澤土和拉脫維亞共和国沿海地区的輕質生草灰化土上种植亞麻,施用銅肥是完全必要的。在加里宁州的低位泥炭土內施用銅肥,可以使每公頃亞麻纖維产量提高 70—80 公斤(表 7)。

表 7 銅对亞麻产量的影响(底肥:完全礦物質肥料)

試 驗 設 計	“劳动旗”集体农庄			“我們的劳动”集体农庄			
	(1935年)			1938年		1939年	
	种子产量 (公担/公頃)	纖維支数	纖維总量 (公担/公頃)	产 量 (公担/公頃)			
				种 子	纖 維	种 子	纖 維
無肥区	2.8	13	3.8	3.4	3.6	1.6	27.0
对 照	5.8	13	5.1	4.9	5.0	2.5	36.6
硫酸銅 (25公斤/公頃)	6.6	14.8	5.8	—	5.7	—	—
黃鉄矿渣 (5公担/公頃)	—	—	—	5.9	5.8	2.6	46.1

正如我們 1949 年的試驗所証明,在拉脫維亞共和国沿海地区重新开垦的輕質土壤上,如果不給亞麻施用銅肥,則其在孕蕾时就会完全枯死,因此,在該地不施銅肥,根本就不能栽培亞麻(圖 1)。同时,



銅对亞麻产量的作用

在这些土壤上，無論是硼或錳，都沒有良好的作用。用黃鐵礦渣作亞麻的肥料時，每公頃要施 4—5 公担，用硫酸銅時，則每公頃要施 25 公斤。

参 考 文 献

- Березова Е. Ф., Комарова Н. В., Судакова Л. В., Пейве Я. В. 1939. Новые виды удобрений под лен. Калинин.
- Березова Е. Ф. и Судакова Л. В. 1941. Роль бора в симбиотрофизме льна. «Химизация соц. земледелия», № 6.
- Каталымов М. В. 1948. Значение бора в земледелии СССР, Сельхозгиз.
- Пейве Я. В. и Радов А. С. 1936. Бора как удобрение под лен. «Лен и конопля», № 9.
- Пейве Я. В. 1938. Роль бора в симбиотрофизме льна и практические вопросы применения борных удобрений. «Химизация соц. земледелия»,

№4.

- Пейве Я. В. 1941. Микроудобрения под лен. Сб. ВАСХНИЛ.
- Пейве Я. В. 1942. Верховой торф и зола — как заменители борных удобрений, ОГИЗ, Молотов.
- Пейве Я. В. 1949. Микроэлементы в сельском хозяйстве (на латышском языке). Латгосиздат, Рига.
- Поспелов И. А. 1949. Борные удобрения на подзолистых почвах. Изд. АН СССР.
- Школьник М. Я. 1939. Роль и значение бора и других микроэлементов в жизни растений. Изд. АН СССР.

[車峻霖譯 邓鴻举校]

硼和錳对于向日葵产量的影响

A. Д. 斯米尔諾娃

在一定的时期內施用肥料,也就是說,正确地配合基肥和追肥的使用,是能够提高肥效的。B. P. 威廉斯一再指出这种措施对提高單位面积产量的意义,他說:“需要营养的不是土壤,而是植物”。

为了解决施肥期的問題,必須了解植物在不同發育时期內对养分需求的情况。根据植物阶段發育的理論,我們知道植物的每一个發育时期都有和它相适应的代謝类型,而每一个代謝类型又有和它相适应的营养类型。因此,在植物生活的各个时期中,必須滿足它們对某些营养元素的需要。

与發育时期有关的、农作物的無机营养問題,特别是向日葵的無机营养問題,还研究得不够。俄国农学家柳多果夫斯基(Людоговский, 1869)首先研究了向日葵的灰分营养,他确証:向日葵在形成莢盤之前,吸收很少的灰分,而且在植物体内的累积量也不多。到开花盛期,才大量吸收矿物質,到成熟期,吸收力又減弱。

我們的試驗目的是研究在施用氮磷鉀肥为底肥的条件下,硼和錳对向日葵产量的影响。

1941年,在国立薩拉托夫大学的試驗地里,用薩拉托夫选种站育成的 169 号向日葵进行盆栽試驗和田間試驗。

盆栽試驗 盆栽試驗是用能裝 12 公斤風干土的花盆进行的,盆內土壤取自試驗地的耕作層。裝土时,施入下列肥料:氮肥——蒙丹硝酸鹽,磷肥——过磷酸鈣,鉀肥——40%鉀鹽。施肥量:每盆施 N 0.67克, P_2O_5 和 K_2O 各 1 克。微量元素是使用純化学鹽类:硼酸态的硼,硫酸鹽态的錳。由于我們不知道給向日葵施用多少微量元素

才算最适量,所以只能根据文献上所說的,硼对于大多数作物最适当的施用量是 1 公斤土壤使用 1 毫克。因此我們在施用硼和錳时,都采用这个用量。微量元素分 3 期施用:播种时;开始形成葵盤时,即当葵盤呈叶簇狀时;开花前,即边缘的舌狀花开放时;試驗設計列于表 1。

表 1

处 理 号	施 肥 期		
	播 种 时	形成葵盤时	开 花 时
1	無肥	—	—
2	对照(底肥-NPK)	—	—
3	NPK+B	—	—
4	NPK+Mn	—	—
5	NPK	B	—
6	NPK	Mn	—
7	NPK	—	B
8	NPK	—	Mn

植株栽培在湿度为饱和含水量 70% 的土壤中,根据土重澆水以保持土壤湿度。每盆种 1 棵,試驗重复 20 次。5 月 3 日播种, 5 月 10 日开始出苗, 5 月 11 日出齐。最初各处理內植株在發育时期上并無差異。5 月 15 日第 1 对叶片出現, 5 月 20 日長出第 2 对叶片, 5 月 26 日長出第 3 对叶片。从第 4 对叶片長出后,即开始显出差異。現將各个發育时期的变化列于表 2。

沒有施用任何肥料的植株,其第 4 对叶片出現得最早。在这个处理內,植株的全部發育时期都进行得最快。但仅施用完全肥料的向日葵在發育上較迟緩,而且愈来愈迟緩,以至到收获前几乎延迟了 1 个月。播种前施用硼或錳,似乎能消除 NPK 的抑制影响——因为施用微量元素后,植株的發育就加快了;例如,这些植株在 6 月 16 日就形成了叶簇,而仅施 NPK 者,到 6 月 21 日才开始形成叶簇。

播种前施用硼和錳的植株,在开花和成熟上均較施 NPK 者早,但

表 2 在肥料的影响下向日葵发育的变化

处理号	各对叶片出现的日期			形成葵盘期		开花期		收获期	单株上的叶数	植株高度(厘米)
	第4对	第5对	第6对	初期	末期	初期	末期			
1	5月30日	6月3日	6月8日	6月13日	6月15日	7月2日	7月4日	7月26日	8	65
2	6月6日	6月9日	6月15日	6月21日	6月23日	7月15日	7月17日	7月20日	9	80
3	6月2日	6月5日	6月10日	6月16日	6月18日	7月8日	7月9日	7月2日	12	101
4	6月4日	6月7日	6月12日	6月19日	6月21日	7月11日	7月12日	7月5日	10	96
5	6月6日	6月9日	6月15日	6月21日	6月23日	7月10日	7月11日	7月7日	9	115
6	—	—	—	—	—	7月13日	7月14日	7月9日	9	108
7	—	—	—	—	—	7月15日	7月17日	7月11日	9	85
8	—	—	—	—	—	—	—	7月13日	9	82

較未施肥者迟。在葵盘开始形成时,施硼和錳肥,也能加速植株的发育。这些处理(5和6)內的植株几乎和播前施硼和錳者同时开花,但是成熟卻比处理3、4內的植株略迟一些,然而,仍較只施NPK者早得多。

在开花期施用硼和錳的植株,生长期比对照短一些。由此可見,即使在开花期施用硼和錳,也能加速植株的发育。

因此硼和錳在頗大程度上能減輕NPK对植株发育所表现的延缓作用。

如果分別比較一下硼和錳的肥效,就可以發現于播种前施用它們时,硼对植株发育过程的作用較錳大。但在植物发育后期使用它們时,則硼和錳的肥效就沒有什么差異了。微量元素对植株顏色的深淺有很大的影响:無論在何时施用微量元素,都能使莖、叶、葵盘呈濃綠色。微量元素能促进植株的生長和着生叶片多。凡是播种前施用硼和錳的植株,着叶都最多。另外还發現,由于在播种时和形成葵盘时施用了硼和錳肥,使植株的高度增加了。

各种微量元素的独特作用是不同的。硼对植株的着叶和高度有很大的影响。以NPK作基肥的植株就比未施肥的高,而且叶子也多,但仍不如增施微量元素者。

試驗結果引証于表 3。

表 3. 施肥对向日葵产量的影响

处 理 号	單株風干重		單株籽粒重		T-粒重	單 株 的 种 子 数						
	克	为对照 的%	克	为对照 的%		总 数		丰 滿 的		空 瘪 的		
						个数	为对照 的%	个数	为对照 的%	个数	为种子的 %	为对照 的%
1	67	44	15	54	38	750	95	398	77	352	47	132
2	153	100	28	100	55	785	100	519	100	266	34	100
3	187	122	46	162	65	846	106	703	135	143	17	59
4	175	114	42	146	61	825	105	676	130	149	18	56
5	204	133	58	205	73	986	126	797	153	189	19	71
6	195	127	49	173	66	956	121	748	144	202	21	76
7	232	152	66	233	92	783	100	736	142	47	6	18
8	215	141	56	197	79	803	102	708	136	95	12	36

試驗結果証明：播种前施用氮磷鉀肥能使产量增加 1 倍。如果在施 NPK 的基础上,再施用硼和錳,則能获得更高的产量。但將微量元素用作基肥时,其效果就比作追肥施用时来得低;同时,微量元素施得愈晚,愈能增加产量。而且硼比錳的效力更大些。

在各处理中,發現瘦果的發育有这样的規律:播种前仅施 NPK,并不能使瘦果的总数增加很多,但却能大大地改善灌漿情况和減少空粒現象。

如果在播种前和形成葵盤时施用硼和錳,則更能增加瘦果的总数和減少空粒現象,并能使种子充分灌漿。在形成葵盤时施肥,要比播种前施用更有效一些。然而在开花期施用微量元素,空粒最少,灌漿也最好。

在施硼和錳的植株上,空粒最少,瘦果数最多,由此使我們料想到:硼和錳对繁殖器官的着生,受精过程和以后种子的發育都有影响。以前的試驗研究也証实了上述的結果。例如:我們發現,在生育期間未施硼的植株,花开后即脫落了,不能結果。(賽沃罗特金, 1937)。当研究苹果花各部分的含硼量时,發現柱头內的含硼量最多

(波布科和馬特維也娃, 1936)。另外, 也曾确定, 由于硼的影响, 使許多植物都增加了花粉粒的發芽数, 并使花粉管也增長了(波布科和采尔林克, 1938)在糖液中加入硼酸能加强苹果和梨的花粉的發芽及花粉管的增長。

田間試驗 試驗地的土壤是草甸黑鈣土, 腐殖質聚积層厚 60—65 厘米; 往下直到 80 厘米完全是黑色的土層。在 b_1 層下面是淡黃色帶有砂礫的壤土層 b_2 。在 30—35 厘米深处即發現有小塊砂礫, 并帶有碳酸鈣的柱狀結核。

进行試驗的地段, 在 1940 年种过馬鈴薯。1940 年 9 月中旬用拖拉机牽引犁进行秋耕, 深 22—25 厘米。1941 年 4 月 23 日耙地, 共耙兩次, 4 月 26 日耨土, 又耙一次。播种前用手將干肥料均匀地撒施在田里, 随后用耨土机翻入地內。4 月 27 日用条播机播种, 行距 60 厘米。复土深度約 7 厘米。每公頃的播种量为 16 公斤。試驗重复 3 次。小区面积 100 平方米。

田間管理如下: 兩次間苗, 3 次除草(第 3 次是在叶簇形成前)。出現第 3 对叶片时, 进行第 1 次間苗, 株距为 15 厘米, 第 2 次間苗的株距为 30 厘米。

和盆栽試驗一样, 我們也是在使用 NPK 的条件下, 研究硼和錳的肥效。所施 NPK 肥的类型和盆栽試驗相同。施肥量: 每公頃施 P_2O_5 和 K_2O 各 90 公斤, 施 N 60 公斤。硼肥是硼砂的結晶体, 錳肥是硫酸鹽态。每公頃施硼、錳肥各 3 公斤。施追肥时是用噴壺將微量元素水溶液澆在行間的壟溝內。各处理在施用微量元素肥料后都进行了一次溝灌。將肥料施于溝底, 并随后灌水, 这样能使向日葵的根系最快地和最充分地吸收硼和錳, 据文献上說, 根系可以往橫向伸展到离莖 45 厘米远。

第 1 次灌水和追施硼、錳是在剛長出叶簇时进行的, 第 2 次灌水和追肥是在邊緣的舌狀花开放时。第 1 次每小区灌水 4000 升, 第 2 次每小区灌水 4500 升。利用湯姆生堰計算水量。試驗設計同盆栽試驗。

生物气候学的观测結果和产量資料列于表 4 和表 5。

表 4 向日葵發育时期的变化决定于所施的肥料

处理 号数	各对叶片出现的时期			叶 簇 形 成 期		开 花 期		施肥数	單株 上的 叶数	植株 高度 (厘米)
	第 4 对	第 5 对	第 6 对	初 期	盛 期	初 期	盛 期			
1	6月4日	6月 8日	6月12日	6月19日	6月20日	7月 5日	7月 6日	8月17日	9	89
2	6月9日	6月14日	6月19日	6月24日	6月25日	7月16日	7月17日	9月 6日	10	96
3	6月6日	6月 9日	6月15日	6月21日	6月21日	7月 8日	7月10日	8月21日	13	106
4	6月7日	6月11日	6月17日	6月22日	6月23日	7月11日	7月12日	8月24日	12	104
5	6月9日	6月14日	6月19日	6月24日	6月25日	7月10日	7月11日	8月23日	10	117
6	—	—	—	—	—	7月13日	7月14日	8月26日	10	112
7	—	—	—	—	—	7月16日	7月17日	8月28日	10	98
8	—	—	—	—	—	—	—	9月 1日	10	97

表 5 硼錳和 NPK 对向日葵产量的影响

处理号数	克	單株的鮮物重	种 子 产 量	
		为 对 照 的 %	公担/公頃	为对照的%
1	268	44	9	62
2	614	100	14.5	100
3	740	120	15.7	108
4	701	114	14.9	102
5	817	133	18.1	124
6	781	127	16.6	114
7	929	151	19.5	133
8	863	140	17.3	119

5 月 11—12 日出苗, 5 月 16 日長出第 1 对叶子, 5 月 23 日長出第 2 对叶子, 5 月 28 日長出第 3 对叶子。和盆栽試驗一样, 各試驗处理在發育时期上的差異, 只是在長出第 4 对叶片时才开始表現出来。

从表中可以看出, 凡是在播种前施用 NPK 者, 都是叶子多, 植株高, 而在發育时期上, 从長出第 4 对叶片后, 却比未施肥者迟得多。

無論何時施用硼和錳都对植株的高度有影响,甚至較对照还高許多。当形成叶簇时,施用微量元素能显著增加植株的高度。仅仅在播种前施用微量元素也可以增加叶子的数量。此外,在施用微量元素的小区上,植株的叶片特別大。在施硼和錳肥的小区,莖、叶簇、特別是叶子的顏色都較对照深,施錳者綠色特別深,而施硼者則較淺。由于硼和錳的影响,使植株各發育时期,都較对照提早。硼較錳的效力更大些。

播种前施用 NPK 能使向日葵产量提高半倍。但是在施 NPK 的基础上,又施微量元素的小区,無論是莖叶或是籽粒的产量都最高。开花期使用微量元素,肥效最显著,在形成叶簇时施用即差一些,播种前施用肥效最小。硼的良好作用要比錳高得多。

因此,在田間条件下,于不同时期施用硼、錳和 NPK 的肥效完全和盆栽試驗的結果相同。

結 論

1. 在灌溉条件下,于播种前給草甸黑鈣土,每公頃按 60、90、90 公斤的比例施 NPK 肥,能显著提高向日葵的产量。

2. 在施 NPK 的基础上,無論何時施硼和錳都可以显著減少空粒,而大大地提高向日葵的产量。开花时追施硼、錳肥,效力最大。

3. 硼和錳能增强向日葵的生長,并加速其發育过程。

4. 在施 NPK 的基础上,于播种前和叶簇形成期,再施硼和錳能促使更多的繁殖器官形成。

5. 硼对向日葵的产量、生長和發育过程的影响較錳肥显著。

6. 看来,硼和錳对于受精过程,种子發育和叶綠素的形成也有很大的意义。

7. 在草甸黑鈣土上硼和錳是向日葵各生長和發育时期所必需的元素。

参 考 文 献

- Бобко Е. В. и Матвеева Т. В. 1936. Методика определения бора в почвах и растениях. Журн. прикладной химии, вып. 3.
- Бобко Е. В. и Церлинг В. В. 1938. Влияние бора на репродуктивное развитие растений. «Бот. журн. СССР», № 1.
- Васильев Ю. П. 1937. Значение бора для процесса оплодотворения. «Замичуринское плодоводство», № 4.
- Вильямс В. Р. 1936. Почвоведение. Сельхозгиз.
- Вильямс В. Р. «Химизация соц. земледелия», № 10.
- Любоговский. 1869. Подсолнечник. Принятие, распределение и движение минеральных веществ в связи с образованием органического вещества. СПб.
- Прянишников Д. Н. и Якушкин В. Я. 1936. Растения полевой культуры. Сельхозгиз.
- Стрельникова М. 1937. О физиологическом обосновании подкормки сельскохозяйственных растений фосфором. «Химизация соц. земледелия», № 5.
- Сывороткин Г. С. 1937. Влияние бора на развитие желтого люпина в связи с известкованием. Тр. ВИАА, вып. 22.

[車俊霖譯 邓鴻举校]

硼、鋁和其他微量元素对种子 發芽影响的試驗

В. П. 庫茲涅佐夫

在烏茲別克斯坦水澆地的条件下,微量元素在棉花的增产措施中,被广泛地应用着。

播种前用 H_3BO_3 (200毫克/公升)溶液处理棉花种子能降低細胞質的滲透性,改善过氧化氢酶的性質。我們發現,用硼酸溶液处理棉花种子,可以增加生殖器官的数目,減少落蕾数,促进早熟,而使棉花單位面积产量提高 20% 以上。籽棉的第一次收获量也大大地增加了。

在草甸土和草甸沼澤土內施用硼素可以增加产量。但在灰化土上,籽棉的增产情况是不稳定的。

用 H_3BO_3 (400 毫克/公升)溶液进行根外追肥,对籽棉的單位面积产量提高得并不多,一般不超过 5.83%;但在这种情况下,第一級棉的收获量却大大地增加了。用 KH_2PO_4 (400 毫克/公升)溶液噴射棉叶,可以使籽棉产量增加 6.90%,在这种情况下,磷有一些加速成熟的作用(表 1)。

用 H_2SeO_3 (100毫克/公升)溶液处理棉花种子,能加速棉株的生長,增加棉鈴的数量,并使棉鈴的成熟期縮短 7 天,同时,使籽棉的总产量提高 24.9% (合 1 公頃 6.2 公担)。

在硒的影响下,使第一次籽棉收量比对照(在水中浸种 18 小时)高 31.4%,第二次高 30.1%,第三次高 20.5%。

微量元素对土壤中生物学过程的变化、和对提高土壤肥力上都有很大的作用。在溫度高水分适宜的烏茲別克斯坦的灌溉地区,有机質的分解很快。根据 Ф. Ю. 格尔切尔 (Гельцер) 在果罗德草原阿

表 1 硼对籽棉产量的影响(1946 年的田間試驗)

試 驗 处 理	产 量 (公斤/公頃)				增 产 量	
	收 获					
	第一次	第二次	青桃花	合 計	公担/公頃	%
在水中浸种 18 小时	13.8	6.4	16.1	36.3	—	—
用 H_3BO_3 溶液(400 毫克/公升)噴射植物	14.4	7.1	16.9	38.4	+2.1	+5.8
在土壤中施用 H_3BO_3 (8 公斤/公頃)	16.2	6.5	10.9	32.5	-2.8	-7.7
用 KH_2PO_4 溶液(400毫克/公升)噴射植物	14.9	6.2	17.6	38.8	+2.5	+6.9

克-卡瓦克試驗站布哈拉土壤中的試驗材料, 有机态碳 每年要 損失 0.2—0.4%。這項損失按每公頃耕作層来折算則有 9—18 吨的有机質, 因而使土壤的物理特性变坏, 引起营养元素丢失。

在一塊地上長期連作 5—6 年的棉花, 就是实行草田輪作制也往往不能使土壤肥力提高很多。施用矿質肥料能够加速有机質的矿物化, 使土壤結構破坏。而施用当地肥料, 則能增加土壤穩固团粒的数量, 但也不能使这种穩固团粒的数量一直保持到植物的生長末期。

綠肥在保持土壤結構方面, 要比厩肥好一些, 但是到植物的生長末期时, 效果还是不太显著。因此, 在烏茲別克斯坦的条件下, 除目前常用的提高土壤肥力的方法(草田輪作制)外, 还要采用一些新的方法。因此, 我們建議采用以綠肥作底肥再施用微量元素的方法。

作者曾于 1937—1938 年进行了硼和鎂对西紅柿 及 小洋蘿卜产量影响的研究, 結果証明, 它們能够提高 西紅柿营养体 和果实的产量, 同时由于加强了固氮菌的生命活动, 而使土壤比对照有更丰富的氮素。

在施鋁的試驗处理內, 硝酸态氮的含量也比对照多一些。

1946 年作者又进行了試驗, 說明有机質的組成对固氮菌的生活有重大的作用, 表 2 的材料就很清楚地証实了这一点。

表 2 鉬酸鉍对固氮菌生命活动的影响
(1946 年的田間試驗;耕作層 0—25)

試 驗 处 理	菌落的数量(千)	菌落的發育
無底肥的对照区	143.0	表現不明显
黑麦作綠肥	75.7	
黑麦作綠肥+鉬酸鉍(8 公斤/公頃)	115.7	
黑麦作綠肥+固氮菌	226.7	表現中等
冬箭筈豌豆作綠肥	243.7	
冬箭筈豌豆作綠肥+鉬酸鉍(8 公斤/公頃)	376.6	表現良好
冬豌豆(Австрaнум)作綠肥	345.5	

塔什干农业大学助教 Г. Д. 穆哈美德兴对培养基 Ashby 进行了微生物学的分析。并計算了整个培养基表面的菌落。

在土壤中施用 C:N 比例大的有机質(冬黑麦的綠色体),能使固氮菌的含量降低到 143,000—75,000 个,而施用 C:N 比例較黑麦小的冬箭筈豌豆时,則發現固氮菌的数量增加到 243,000 个,利用 C:N = 10—12 的冬豌豆有机体来作为能源物質时,土壤中所积累的固氮菌可以增長到 345,000 个。

与有机質一起施用鉬,还能使固氮菌的数量进一步增加。在烏茲別克斯坦的条件下,給富含有机質的土壤接种固氮菌剂,能使固氮菌的数量增加 110,000—220,000 个。

在施用有机質的情况下再施鉬,能使籽棉产量比对照增加 50.1%。

細菌肥料(固氮菌粉)可以大大地增加土壤中固氮菌的数量。凡是施用細菌肥料的处理,其籽棉的产量都与翻耕黑麦作綠肥的处理相接近。

冬箭筈豌豆是一种 C:N 比例中等的能源物質,它可以使籽棉的产量提高 62.8%。如果以冬箭筈豌豆作綠肥再施鉬,則其产量要比只翻耕冬箭筈豌豆者为低。

作者在 1947 年的田間試驗內所作的研究表明,鉬对固氮菌的生

命活动有刺激作用。每公頃施用 8 公斤鋁酸鉍，就可以使下列各土層內固氮菌的数量显著的增加：如 0—10 厘米深为 17,000,000—35,000,000；10—25 厘米为 23,000,000—47,000,000；25—50 厘米为 9,000,000—28,000,000。在这种情况下，各土層內球菌的数量都增加了 1 倍。由于鋁的作用，也使細菌的数量增加了半倍到 1 倍。

以有机質作底肥对各土層內固氮菌、球菌和細菌的生命活动都有良好的影响。如果施用有机質作底肥，則鋁的作用最明显。在这种情况下，固氮菌的数量比对照增加 1.5—2 倍；球菌增加 $1\frac{1}{2}$ —1 倍；細菌增加 $1\frac{1}{2}$ —1 倍。

將鋁施到根系的活动範圍內，具有更大的意义。H. A. 克拉西里尼科夫(1945)指出，固氮菌能够利用根系的分泌物，同时他也發現棉花对固氮菌的發育有拮抗作用。这一点于 1946 年在烏茲別克斯坦連作的棉田上，表現得特別明显。从棉花栽培的第一年，每克土壤中固氮菌的数量就从 100,000 降至 30,000，而在第三年又降至 2,000，在第五年固氮菌的数量只剩下 300 了。

在溶真菌的真菌活动中也發現类似的现象。

根据作者 1947 年的試驗，也同样發現棉花对固氮菌的發育有拮抗作用，不过程度上要比 H. A. 克拉西里尼科夫所指出的輕得多。

每公頃施用 8 公斤鋁酸鉍，不仅消除了棉花的拮抗作用，而且也大大地提高了固氮菌的生命活动(表 3，圖 1)

表 3 鋁对固氮菌發育的影响

取 样 地 点	固氮菌数量(按土層·百万)		
	0—10 厘米	10—25 厘米	25—50 厘米
施用鋁酸鉍(8 公斤/公頃)的畦	64.7	85.0	56.1
無肥畦(对照)	15.8	19.4	8.6

由此可見，鋁不仅能消除棉花的拮抗作用，而且使固氮菌的数量也增加了 3—3.5 倍。在施鋁的畦內，球菌的数量比对照多 1—1.5

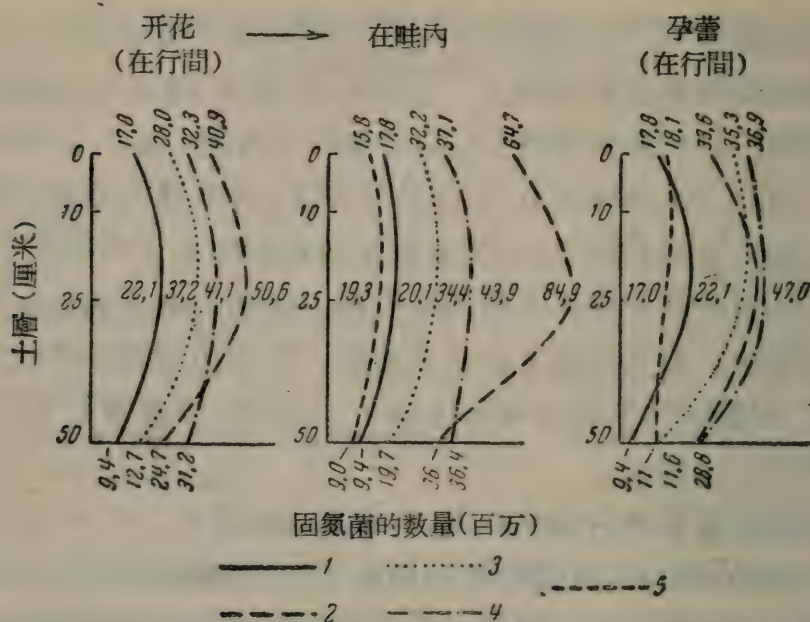


圖 1. 土壤中固氮菌的含量

1—对照; 2—鉬酸鉍; 3—有机質作底肥; 4—有机質作底肥+鉬酸鉍;
5—开花期和孕蕾期的对比

倍。而畦內 10—25 厘米的土層內, 对照区球菌的数量是 63,700,000 施鉬区則提高到 144,700,000。在耕層的表面和下層, 球菌的数量都增加得不多。

鉬对棉株的氮素营养和磷素营养有良好的影响。同时能加强土壤中微生物区系(固氮菌、球菌和細菌)的生命活动, 改善土壤的物理特性。

Φ. Ю. 格尔切尔指出, 在固氮菌 *Trihoderna lignorum*, *Aspergillus niger* 的影响下, 發現土壤中稳固团粒的数量增加了。

作者的研究确定, 在鉬的影响下, 可以使土壤中稳固团粒的数量显著地增加。这在施用有机肥料作底肥, 并在土壤中施鉬时表現得特別明显。

7 月 7 日的观察說明, 在施鉬区内, 每層土壤中 1 毫米的团粒都比对照多。在 15—35 厘米的土層內, 这种情况表現的更为明显, 如試驗区內的稳固团粒几乎比对照区多 1 倍。在施鉬处理內, 以根系最大活动范围内的稳固团粒 (1 毫米) 为最多, 大于 1 毫米的稳固团

粒,基本上是靠微小的土粒来形成的,其中主要是 0.25 毫米的土粒。

圖 2.1), 很明显地表明 大团粒总量(多半是由 0.25—1 毫米以上的土粒形成的)的变动情况。

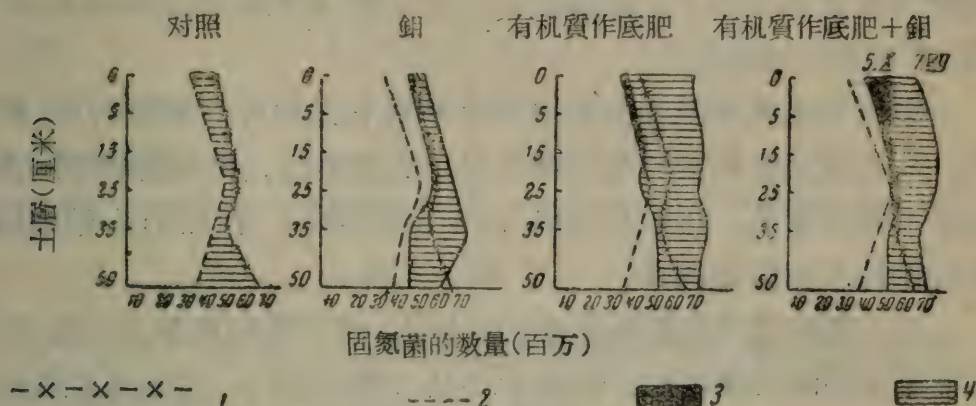


圖 2 鋁酸鉍对土壤中穩固团粒积累量的影响

1—原有的; 2—剩下的; 3—积累的; 4—損失的

从圖上可以清楚地看出,在中間的土層內(即根系的活动範圍內),穩固小团粒的数量最多。

在單施有机肥料的處理中,下層土壤,即翻耕冬豌豆作綠肥的土層中,大团粒的数量增加了。

鋁与有机質一起施用,在初期对团粒形成的作用不如單施有机質显著,可是到生長末期,与有机質混施鋁的處理則有大量的大团粒,这說明在这种情况下,水穩性团粒又比單施有机質的多一些。同时也表明,利用草田輪作制,再加施綠肥和微量元素是能够改善土壤結構的。

鋁对硝酸态氮的积累也有很大的影响。而对水溶性磷酸的形成則影响不大。

- 1) 右綫表示 7 月 7 日土壤各層穩固大团粒的总合。左綫表示 10 月 5 日(7 月 7 日取样后的三个月)所剩下的团粒总和(棉花生育末期)。

左右兩綫之間的空間,表示在 7 月 7 日的团粒总和,“×-×-×”縱座之左,表示在 10 月 5 日所保住的团粒数量;划橫綫的面积,表示从 7 月 7 日到 10 月 5 日的期間,大团粒破坏的数量。塗黑的面积,表示到試驗結束时为止,大团粒累积的数量。

在棉花的發育初期，鉬对硝酸鹽的变化沒有显著的影响。只能使表層土壤內硝酸鹽的含量有一些增加（从每公斤絕对于干燥的土壤含 17.51 毫克增加到 21.18 毫克）。后来發現 10—35 厘米土層內硝酸鹽的含量也增加了。在植物的生長末期，硝酸鹽积累得特別多（根据 10 月 5 日的測定）。

施用有机質可以加强土壤中的矿物化过程和硝酸鹽的积累过程。凡是施用有机質的地方都有很多的硝酸鹽，而且硝酸鹽的数量也比对照区稳定。在生長末期，这个处理的每一个土層內，硝酸鹽的数量都比其余的处理多。

在以有机質作底肥并施鉬的处理內，硝酸鹽的数量比單施有机質或單施鉬的处理都少。鉬对于 P_2O_5 的影响很小，可是有机質对土壤中积累 P_2O_5 的影响，在整个生長期內都很显著。鉬与有机質同时施用可以使土壤中 P_2O_5 的含量，从生長初期到生長末期都比單施一种肥料为多。

鉬也能够影响棉株对陽离子和陰离子的吸收。同时也發現植物个别部分中發生某些元素再分配的現象。如作者在 1946 年所确定的，鉬能提高棉株的灰分含量。在鉬的影响下，植株內 SiO_2 的含量从 0.644% 提高到 1.066%。 SO_3 的含量也从 0.77% 增加到 1.39%。同时 MgO 也有些增加。在以有机質作底肥时，可以刺激棉株对 SiO_2 和 SiO_4 的吸收。在有机質中加鉬，还能使植株內 SO_4 和 SiO_2 的含量进一步增加。

鉬对棉叶的構造也有影响，它能使气孔的数量增多，縮小气孔和上下表皮細胞。在施鉬的处理中，棉叶的面积較对照略大一些。在正常的光照下，随着叶子同化面积的增加，棉花的生产力也提高了。这与鉬所造成的其他有利因素（改善氮素营养和部分磷素营养，以及土壤的物理特性等）同样能提高棉花的产量。

但是，在氮素养分过多情况下，要把青棉桃的籽棉計算在內时，才显出增产，这种情况在鉬与有机質同时施用时，表現得特別明显。为了消除这种現象，还必须补施磷肥。

表 4 鉬对于棉花产量的影响

試 驗 处 理	产量(公担/公頃)按收获次数					增 产 量	
	第一次	第二次	第三次	青桃花	合計	公担/公頃	%
对照(無肥)	4.9	5.2	8.4	6.6	25.1	—	100
鉬酸鉍(8公斤/公頃)	5.8	5.7	10.8	10.4	32.6	7.6	130
鉬酸鉍+綠肥(20吨/公頃)	2.5	3.2	9.8	19.9	35.4	10.4	141

結 論

1. 在 H_3BO_3 (200 毫克/公升) 溶液中浸种 18 小时, 可以減少落蕾数, 提高早熟性, 使籽棉产量增加 20% 以上。

2. 用 H_2SeO_3 (100 毫克/公升) 溶液处理棉花种子, 使成熟期縮短 7 天, 使籽棉产量提高 24%。

3. 在鉬酸鉍(1000 毫克/公升) 溶液中浸种, 可以提高棉花种子的發芽势。在种子膨脹时, 如果种子过湿, 则会显著降低發芽率, 再用鉬酸鉍(1000 毫克/公升) 浸种 18 小时, 能使其恢复由于水分过多而暂时降低的發芽率。

4. 鉬能够刺激固氮菌、球菌和細菌的生命活动, 这在根际表現得更明显, 如根际内固氮菌的数量, 由于鉬的影响而增加了 3—3.5 倍。

5. 鉬在整个生长期內, 对土壤中硝酸氮的积累都有良好的影响, 而对 P_2O_5 的形成几乎没有影响。

6. 鉬对水稳性团粒的形成有良好的影响, 特别是以冬豌豆作底肥时, 表現得更明显。

7. 在鉬的影响下, 棉花的單位面积产量被提高了 30%。

[楊春明譯 邓鴻举校]

鉬对豆科植物的产量和化学成分的影响

И. А. 切尔納維娜

保証植物的营养是提高农作物产量的一个極重要而又有决定性的条件。Т. Д. 李森科写道：“整个發育过程,其中包括遺傳性和變異性的發育在內,都取決于生命力的源泉——营养。沒有营养,沒有新陈代謝,活体就不可能發育起来”(1948年)。

农业工作者的首要任务就是研究如何最合理地来使用矿物質肥料(磷、氮、鉀和其他营养元素)。

微量元素肥料在矿物質肥料中,佔有特殊的地位,它們对于我国社会主义农业的高漲和农业生物科学的发展越来越具有现实的意義。有些人錯誤地認為,所有的微量元素都只能起到一种刺激剂和接触剂的作用。凡是进到植物体内的元素,由于它們本身的化学特性,均会对細胞質及其物理、化学特性發生一定的作用,并使植物的机能發生某种变化。

Т. Д. 李森科(1948年)在“論遺傳及其變異”一書中指出,“土壤溶液中的元素,首先是該活体不得不同化的、在生物化学上組成它軀体成分的那些元素,对于这个變異的軀体的生長和發育來說就成为必要的条件了……活体同化某种养分时,它本身就發生了生物学的变化。而这些变化会使軀体对于已同化了的条件产生要求”。随着生命的發展,越来越多的元素被吸引到生命过程里,因而使某些微量元素和多量元素对于有机体也就具有重大的意义了。

目前,对于某些微量元素肥料的实际意义已經十分清楚了,但对这些肥料的使用还不太广泛。这多半是因为对于它們的使用条件研究得太差所致。

微量元素的作用是特殊的,它們有时很有效,有时就完全無

效。

近来，人們紛紛提出关于鉬在植物营养上的意义的问题。这种元素是高等植物所必需的，这一点可以说是已经肯定了。然而，它作为一种肥料的意义，目前还不太清楚。文献中只有一些片断的材料，说明鉬对作物的产量（主要是豆科作物的留种植株）有良好的作用。

К. А. 德米特里也夫(1938)在飼料研究所內所作的試驗确定，把鉬和硼一起施用，它对紅車軸草种子的产量有很好的作用。О. К. 喀德洛夫-济赫曼(1942)发现橡胶草的种子和根的产量由于鉬的影响而提高了。

Х. Г. 維諾格拉多娃和 А. А. 德罗波柯夫(1949)曾于田間条件下施用了鉬素，因而使車軸草在第二年的种子产量和总产量增加了很多。

在許多国外学者的著作中也有一些关于鉬素在田間条件下有良好作用的資料。例如，在一个把过磷酸鹽和鉬一起施用的試驗中就得到了良好的結果，这两种元素中無論那一种，在单独使用时都不能保証車軸草正常的生長。施用鉬素可以显著提高紅車軸、白車軸、豌豆、苜蓿、蒿苳、各种甘藍等作物的产量。

有許多著作都說明了鉬参与土壤的微生物过程以及它对固定大气氮素作用的影响。М. В. 費道罗夫(Федоров, 1948)在这方面得到了有价值的結果(莫斯科季米里亞捷夫农学院微生物学教研室)。濃度为 0.001 克分子量的鉬酸可以大大地加强固氮菌固定大气氮素的作用。如果溶液中有这么多的鉬酸，其固氮作用就会比对照处理高 74%。磷鉬酸的效用則更加显著(它使固氮作用比对照高 97%)。有的作者推測說，在中性反应有大量的磷和鈣的土壤中沒有固氮菌，首先是因为缺鉬的緣故。

М. В. 費道罗夫用純粹培养的根瘤菌所作的試驗証明，当有磷鉬酸存在的时候，固氮效率要比对照高一些。在 Е. В. 波布科和 А. Г. 沙夫維娜(1940)的試驗中，鉬对豌豆根瘤的發育表现了很明显的良

好影响。

A. A. 奥布拉佐娃(Образцова), A. P. 明宁科夫(Миненков, 1937)得出結論說, 在羽扇豆和豌豆的試驗內, 鉬大大地提高了根瘤菌剂的效果。

在 С. И. 馬杜阿士維尔(Матушви́ль)的著作中(1947)証明, 鉬是自生固氮菌进行正常生命活动所必需的元素, 可以使固氮作用比对照增强 6—7 倍。

国外学者們的研究已經确定, 鉬是生物学的氮素化合作用的接触剂; 給輕質土壤施用鉬肥可以显著地增加固氮菌的細胞数, 并促使它們累积氮素; 在某些土壤中, 如果缺少鉬素, 固氮菌的生長就受到抑制。

鉬的生理作用不只限于它参与根瘤菌及其他固氮微生物的固氮过程。

已經确定, 假如氮素来源是硝酸鹽, 那末, 微生物就会增加对鉬的需要, 而当氮源是氨态或有机态氮时, 它們对鉬的需要就減少了。例如, 微生物、去硝菌、固氮菌、根瘤菌和高等植物方面的例子都証明鉬是参加硝酸鹽的还原过程的。迄今为止, 关于鉬的一些报导差不多都在把鉬作为植物的一个营养元素的範圍內。

文献內有人指出, 鉬在土壤中并不是經常都处于可溶性的状态, 因此, 它在土壤中的总量不能作为它对植物有效性的标志。

根据 A. П. 維諾格拉多夫的資料, 鉬在土壤內含量的范围为 1.5×10^{-4} — $1.2 \times 10^{-3}\%$; 平均为 $2.6 \times 10^{-4}\%$ 。

有人發現, 土壤中自 B 層到岩層, 鉬的含量增高, 因而, 有时使 A 層內的含量也有些增加。

虽然鉬在土壤中的总含量变化不大, 但土壤內的鉬化合物对于植物的有效性还是有差別的, 根据这点可以預料到, 在某些条件下和某些土壤內, 施用鉬来作肥料对于作物正常的發育和生長是必要的。

目前正在进行一些工作来研究土壤反应对于車軸草吸收鉬的影响。

响。例如,当 $\text{pH}=6.9-7.9$ 时,即使不施鉬,車軸草也能正常地生長,但在同一种土壤上,酸性反应較强时,則必須施用鉬肥,才能获得丰产。

酸性土中所含的鉬很可能是一些植物不易吸收的化合物。

我們工作的主要目的是要在盆栽条件下和田間試驗中,研究鉬对作物产量的影响,以便确定把鉬作为肥料时的意义。

高产量的牧草是提高大田輪作中所有作物的产量和保証获得大量畜产品的一个有决定性的条件,因此,我們选择了豆科(車軸草、苜蓿、羽扇豆和菜豆)的留种植株作为研究的对象。

主要研究車軸草和苜蓿,因为这两种作物在牧草輪作中是混播牧草的主要成員。

1947年,我們先用砂土栽培法(格尔里格尔混合营养液內加入不同份量的鉬酸鉍态的鉬)进行苜蓿試驗。在这些研究中,每公斤土壤施入 1 毫克鉬的結果,使苜蓿地上部分的产量平均增加了 10—15%。

同一年(1947 年),在酸土(取自“欢乐”国营农場)上举行菜豆試驗,其地上部分的产量比未施鉬的对照提高了 20%,种子的产量提高 13%。

1948年,我們又用苜蓿和車軸草在两种土壤上(取自“欢乐”国营农場的粘壤土和从“新潮”試驗站取来的砂土)进行試驗。分別在孕蕾期和开花末期收获。收获时計算地上部分、根和头狀花序的产量,同时也計算根瘤的数目。

鉬和鉬加硼的效用是在两种条件下——PK 和 NPK——試驗的, CaCO_3 的施用量按 1.2 水解酸度計算。此外,在“欢乐”国营农場的土壤上又进行了一个車軸草試驗, CaCO_3 的施用量是按 0.25 水解酸度計算的。

每公斤“欢乐”农場的土壤平均施入 8 毫克鉬,“新潮”試驗站的土壤平均施入 4 毫克。重复 4 次。

所得結果如表 1—3 所示。

表 1 鉬对車軸草产量的影响
 (“新潮”試驗站的土壤; 5 株平均的資料)

試 驗 处 理	孕 蕾 期			开 花 末 期		
	地 部	上 分	根	地 部	上 分	根
	植 株 風 干 重 (克/每盆)					
NPK	9.1	3.1	0.13	12.0	5.3	—
NPK+Mo	11.5	3.5	0.27	22.0	6.4	4
NPK+B	14.1	4.6	0.25	28.9	6.4	23
NPK+B+Mo	12.7	4.9	0.29	29.6	6.0	30
PK	9.5	3.3	0.17	17.2	5.3	—
PK+Mo	9.9	3.4	0.25	20.6	6.2	3
PK+B	10.8	2.9	0.23	27.3	6.4	16
PK+B+Mo	11.2	5.0	0.29	27.4	6.8	25

試驗結果可以使我們作出如下的結論：無論在 PK 或是在 NPK 的条件下,由于把鉬施在土中的影响,使兩種土壤上的車軸草和苜蓿的产量都提高了。

表 2 鉬对苜蓿产量的影响
 (“新潮”試驗站的土壤; 8 株平均的資料)

試 驗 方 案	孕 蕾 期			开 花 末 期		
	地 部	上 分	根	地 部	上 分	根
	植 株 風 干 重 (克/每盆)					
PK	2.2	1.9	0.12	10.6	6.1	0.33
PK+Mo	5.4	2.7	0.19	16.4	11.7	0.48
PK+B	4.1	3.6	0.18	18.2	17.9	0.45
PK+B+Mo	6.3	4.0	0.24	21.2	18.3	0.45
NPK	—	—	—	15.7	10.4	0.27
NPK+Mo	5.3	2.7	0.07	19.2	15.6	0.38
NPK+B	8.5	5.5	0.13	15.6	16.4	0.52
NPK+B+Mo	9.1	6.2	0.25	17.0	14.7	0.45

此外也确定了在施硼加鉬处理內的产量要高于单独施鉬或硼的处理。应当指出,施鉬处理內的車軸草地上部分的产量(表 3),当按 0.25 水解酸度給土壤施用石灰时,比对照的产量增加 43%;如果將石灰的用量增加时(按 1.2 水解酸度計算),則会显著地降低鉬的效果(达 14%),但产量的绝对数值并未改变。

表 3 鉬对車軸草产量的影响
(“欢乐”国营农場的土壤; 5 株平均的資料)

試 驗 方 案	按 1.2 水解酸度施用石灰			按 0.25 水解酸度施用石灰		
	地上部分的風干重 (克/每盆)	头狀花序的目数		地上部分的風干重 (克/每盆)	头狀花序的目数	
		总 計	成熟的		总 計	成熟的
NPK	15.7	14	4	12.0	15	7
NPK+Mo	17.9	27	14	17.2	28	14
NPK+B	14.9	26	16	12.2	12	7
NPK+B+Mo	17.8	30	16	15.3	23	12
PK	15.5	27				
PK+Mo	17.3	28				
PK+B	15.9	28				
PK+B+Mo	17.1	28				

在“欢乐”国营农場土壤上的全部試驗处理內(PK 条件下的处理除外),头狀花序的总数以及收获时成熟花序的数目都增加了。

但在“新潮”試驗站的砂土試驗內却不是这种情况,显然是因为土壤內太缺硼的緣故。这里發現在施硼加鉬的处理內(表 3)头狀花序的数目略有增加。施鉬处理內的根瘤則比对照重得多。

为了了解鉬的后效作用,曾經把盛着“欢乐”农場土壤的培养盆保存下来,而到 1949 年的春季,仍按以前的处理把車軸草和苜蓿播种在这些盆內。这几个試驗的結果如下(表 4 和表 5)。

和前一年的試驗一样,在有鉬的时候,車軸草的种子和干草增产的事实仍旧是很明显的。但有一点和去年的試驗結果不同,即在 PK 的条件下施用鉬时种子的产量提高了(表 4)。

表 4 鉬对車軸草种子和干草产量的影响

試 驗 方 案	按 1.2 水解酸度施用石灰 (CaCO_3)					
	地上部分的風干重		头 狀 花 序 的 数 目		种子的重量	
	克/每盆	%	个	%	克/每盆	%
NPK	20.4	100	26	100	3.5	100
NPK+Mo	20.9	103	32	123	3.9	112
NPK+B	17.8	87	27	104	3.8	111
NPK+B+Mo	21.3	104	31	119	4.2	121
PK	17.7	100	20	100	2.5	100
PK+Mo	21.9	124	32	160	4.0	159
PK+B	17.4	98	27	135	3.6	142
PK+B+Mo	19.5	110	35	175	4.2	168

表 5 鉬对苜蓿种子和干草产量的影响

試 驗 方 案	地上部分的風干重		种 子 的 重 量	
	克/每盆	%	克/每盆	%
NPK	47.0	100	3.9	100
NPK+Mo	53.8	114	3.9	101
NPK+B	51.3	109	5.8	153
NPK+B+Mo	52.8	113	7.7	200

在苜蓿的試驗內，显然是由于缺硼才使单独施鉬时没有什么效果，但在施硼加鉬的处理內，则使种子的产量比对照和单独施硼的处理提高了很多。

另外，在 1949 年又进行了一个盆栽試驗，就是在播种前把車軸草和苜蓿的种子放在 0.02% 和 0.04% 的鉬酸鉍溶液中浸 10 小时，試驗結果列入表 6。

用鉬处理种子时，要过一个半月以后才能在車軸草和苜蓿莖叶的产量上表现出明显的效果。

表 6 播种前在鉬酸鉍溶液中处理車軸草和苜蓿的种子(浸种)
对于地上部分产量的影响(“新潮”試驗站的土壤)

用来浸种的溶液	車 軸 草		苜 蓿	
	鮮物重	干物重	鮮物重	干物重
	克			
水	3.94	1.12	2.28	0.63
鉬酸鉍溶液:				
0.2%	8.18	2.27	5.36	1.45
0.04%	10.14	2.61	4.97	1.30

为了在生产条件下研究使用鉬的效果,我們曾于 1949 年的春季安排了下面几个試驗:

(1)在莫斯科州的“火焰”集体农庄內,用鉬(每公頃 6 公斤)給第二年的車軸草进行追肥。

(2)在季米里亞捷夫农学院的田間試驗場內,以两种份量的鉬(每公頃施 3 公斤和 6 公斤)給第三年的車軸草追肥。

(3)在“新潮”試驗站內,也用苜蓿和車軸草进行了同样的試驗。上面几个試驗的結果列入表 7—10 內。

表 7 鉬对紅車軸草的种子和干草产量的影响(“火焰”集体农庄)

試 驗 方 案	干 草 的 产 量		种 子 的 产 量	
	公担/公頃	%	公担/公頃	%
石灰	29.8	100	0.96	100
石灰+鉬(Mo)	41.1	138	1.28	133

干草是在孕蕾时收获的。重复 4 次。小区面积为 50 平方米。

試驗有 4 次重复。小区面积为 21 平方米。

在这个試驗內,曾經計算了混播牧草內(車軸草与貓尾草)車軸草所佔的数量,結果确定,在施鉬的处理內,車軸草的数目增多了,

表 8 鉬对混播牧草(車軸草和貓尾草)产量的影响(季米里
亞捷夫农学院田間試驗場)

試 驗 方 案	莖 叶 的 产 量	
	公担/公頃	%
未施肥	126.4	100
每公頃施 3 公斤鉬	131.1	104
每公頃施 6 公斤鉬	137.6	109

例如:对照內車軸草佔 26.0%,在每公頃 施 3 公 斤 鉬 的 处 理 內 有 36.4%,每公頃施用 6 公斤鉬的处理內有 43.9%。

上述結果(表 7)令人信服地証明了,施用鉬素可以提高紅車軸草的种子量和干草产量。

表 9 所列的資料是在砂土試驗地上(新潮試驗站)所得到的羽扇豆种子产量的数字。鉬肥在播种前用耙施入土內,每公頃施 3 公斤。重复 4 次。

表 9 鉬对羽扇豆种子产量的影响

試 驗 方 案	种 子 的 重 量		干 粒 重 (克)
	公担/公頃	%	
PK	14.1	100	119
PK+Mo	17.9	127	135
PK+B+Mo	18.9	134	138

如果以羽扇豆种子的增产量来表示鉬的效用,則在施 PK + 鉬的試驗处理內增产 27%,在 PK + 硼 + 鉬的处理內增产 34%。

我們在“新潮”試驗站的砂土上所作的試驗証明,鉬的效用不仅表現在將它施于土中的情况下,就是在开花期間用 0.016% 和 0.032% 鉬酸銨溶液(在 60 平方米的面积上,0.65 克鉬酸銨加 4 升水)噴洒車軸草也同样有效(表 10)。

表 10 用鉬酸鉍溶液噴洒車軸草对于种子产量的影响

試 驗 方 案	种 子 的 产 量	
	公担/公頃	%
噴水	3.8	100
0.016% 鉬酸鉍溶液	4.2	110
0.032% 鉬酸鉍溶液	5.2	137

表 11 苜蓿各部分內的含鉬量因收获期和施鉬量而不同

施 鉬 量 (毫克/公 斤)	取 样 时 間	叶	莖	主根	幼根	全根
		含 鉬 量(毫克/公斤)				
0.0	間 苗 时	0.7	0.7	—	—	—
1.0		65	14	—	—	—
3.0		210	61	—	—	—
6.0		510	117	—	—	—
9.0		610	210	—	—	—
0.0	孕 蕾 始 期	1.5	—	—	—	3.3
1.0		90	17	—	—	170
3.0		420	82	—	—	560
6.0		560	240	—	—	1600
9.0		840	320	—	—	2000
1.0	开 花 末 期	120	11	28	320	—
3.0		360	57	66	1140	320
6.0		720	190	120	1560	630
9.0		1080	240	240	1860	930
0.0	成 熟 期	1.6	—	—	—	—
1.0		145	20	24	230	—
3.0		390	81	63	960	210
6.0		710	210	130	1200	380
9.0		955	390	230	1940	480

試驗結果証明，用鉬酸鉍溶液噴洒車軸草可以使种子的产量提高 37%(0.032%)和 10%(0.016%)。

第二部分是研究有关钼的生理作用的几个问题；即测定钼在植物体内的含量和它在植物各器官内的分佈与发育时期的关系，以及由钼所形成的化合物的可溶性等问题。因此，我们在盆栽试验和田间试验内，都对植株的含钼量进行了测定(表 11—14)。

试验结果证明，只要营养液内钼的份量增加，那末，进到植物各部分内的钼也相应增多。整个生育期间，钼都可以不断地累积在叶子里，而且钼的含量是按所施入数量而成比例地增长着。

表 12 菜豆不同部分的含钼量决定于施钼量

施 钼 量 (毫克/公斤)	叶	茎	根	种子	豆荚殼
	含 钼 量 (毫克/公斤)				
8	340	230	813	66	117
32	833	513	1073	163	210

幼小的根比叶子含钼更多；主根和茎内所含的钼则比叶子少得多。随着苜蓿成熟，整个根内的含钼量都降低了，也就是说，在孕蕾时，根内的含钼量要多于叶内的含量；在开花末期时，两者的含量大致相等，而到成熟时，根内的含量就比叶子少了。

在开花期羽扇豆的根，约和叶子含有同样多的钼，而到成熟时，根内的含量就显著地减少了。我们发现植株的根瘤内，钼的含量最多。

例如，每公斤羽扇豆的叶子含有 2.1 毫克钼，每公斤根 4.2 毫克，每公斤根瘤 50 毫克。

给土壤施用石灰可以显著增加钼进入植物体内的数量，因为这时土壤中的钼转变为植物容易吸收的化合物。

除了测定植物体内钼的总含量之外，我们又进行了一系列的分析，以便测出水溶性钼的含量(表 15)。

研究结果证明，水溶性钼的含量决定于植物的生物学特性。

例如，羽扇豆的叶子含有 7—12% 水溶性钼，而苜蓿的叶子的水

表 13 羽扇豆植株各部分的含鉬量决定于鉬的施用量

鉬的施用量 (毫克/公斤)	开 花 末 期			鉬的施用量 (毫克/公斤)	成 熟 期		
	含鉬量(毫克/公斤)				含鉬量(毫克/公斤)		
	叶	莖	根		叶	莖	根
0	0.9	—	1.0	0	1.4	1.1	2.3
0.01	3.9	10	3.5	0.1	18	11	4.0
0.05	11	36	23	0.5	100	65	21
0.1	31	77	52	1.0	797	180	52
0.5	290	280	270	2.0	1455	370	115
1	635	470	690	4.0	2550	600	290

表 14 車軸草植株內的含鉬量(每公斤風干物質所含的毫克數)

收 获 期	試 驗 方 案	叶	莖	根	种子
		含 鉬 量 (毫克/公斤)			
开花期	NPK+Mo	128	94	360	—
技术成熟期	NPK+Mo+CaCO ₃ (按 1.2 水解酸度計算)	127	—	7.4	56
	NPK+Mo+CaCO ₃ (按 0.25水解酸度計算)	29	—	—	21

溶性鉬和总鉬量相近約为 55—72%。另外,叶子所含的水溶性鉬要比根和莖內少得多。

鉬是植物正常發育所必需的,它在叶內以不溶解态化合物累积下来,植物的根瘤內含有大量的鉬,以上这些都表明鉬是参与植物組織內所發生的代謝过程的。因此,凡是企圖把鉬的作用仅仅解釋为刺激作用,也就是濃度極低的有毒物質所具有的良好作用都是不对的。

从营养液內完全去掉鉬,植物就不能正常發育,这一点可以作为这方面的論証。

在我們的工作中曾初步地研究了鉬对氮、磷、鈣等化合物和糖在植物体内的累积和轉化有那些影响。

表 15 水溶性鉬在植物不同部分内的含量

植 物	叶			莖			根		
	含 鉬 量								
	总量	水溶性鉬		总量	水溶性鉬		总量	水溶性鉬	
	毫克 公斤	毫克 公斤	佔总量 的 %	毫克 公斤	毫克 公斤	佔总量 的 %	毫克 公斤	毫克 公斤	佔总量 的 %
羽 扇 豆	293	23	7	370	87	23	120	44	37
	808	100	12	600	200	33	310	100	32
苜 蓿	400	220	55	—	—	—	210	200	95
	720	480	65	210	150	66	380	350	92
	970	700	72	390	260	70	480	470	97
菜 豆	360	200	55	260	190	73	740	520	73
	780	350	53	540	390	73	1040	90	86
車 軸 草	128	24	19	94	49	52	360	320	89

所有供分析測定用的样本都是从两个培养盆内取来的。表 16 表明在收获时植物的根和叶内含氮量的变化。

表 16 鉬对蛋白氮和非蛋白氮含量的影响

植 物	施 鉬 量 (毫克/公 斤)	叶			莖			根		
		含鉬量(佔風干重的%)								
		总 量	蛋 白 氮	非 蛋 白 氮	总 量	蛋 白 氮	非 蛋 白 氮	总 量	蛋 白 氮	非 蛋 白 氮
車軸草	—	3.45	2.97	0.48	2.14	1.58	0.55	2.62	1.76	0.86
	4	3.22	2.92	0.30	1.93	1.48	0.45	3.05	1.81	1.24
苜 蓿	—	4.15	3.20	0.95	2.22	1.48	0.74	2.43	1.46	0.97
	4	3.72	3.23	0.49	1.91	1.38	0.53	2.56	1.43	1.13

从这里我們可以看到,由于鉬的影响,使叶内非蛋白氮減少了,而在根内,情况則正相反。得到鉬的車軸草和苜蓿,在植株的莖叶

內,蛋白氮和非蛋白氮的比值要比对照試驗处理內高得多。例如,从施鉬的培养盆內取来的苜蓿叶子,其中蛋白氮和非蛋白氮的比例数字为 6.6,对照植株为 3.3。車軸草的叶子則分别为 9.7 和 6.2。因此,从上述研究中可以看出,鉬可以促使植物体内的非有机氮形成复杂的有机化合物。和現有文献的数据相反,在我們的試驗內,总氮量并未增多。

在植物的叶子里,蛋白氮和非蛋白氮比值的显著增加与叶內可溶性醣类的减少是完全符合的(表 17)。

未施鉬的植株,在叶內所累积下来的糖要比施鉬的植株多一些。在根和莖內則恰好相反,未施鉬的含糖量低。在缺鉬的时候,可溶性醣类之所以累积在植物的叶子里,可能是因为在生長与合成蛋白

表 17 鉬对植物体内含糖量的影响(佔風干重的%)

植 物	施 鉬 量 (毫克/公 斤)	叶			莖			根		
		总含糖量	还原糖	蔗糖	总含糖量	还原糖	蔗糖	总含糖量	还原糖	蔗糖
車軸草	0.0	4.82	3.82	1.0	3.37	3.07	0.30	1.12	0.94	0.18
	4.0	3.85	3.27	0.58	3.94	3.72	0.22	1.47	1.18	0.25
苜 蓿	0.0	2.62	1.37	1.25	1.16	0.44	0.72	2.43	1.12	1.31
	4.0	1.89	0.74	1.15	1.45	0.74	0.68	3.66	1.95	1.71

質的过程中減弱了上述醣类的运轉和消耗的緣故。根据 H.A. 顧謝夫 (Гусев) 的資料 (1939) 增加醣类的流入量会引起固氮作用的降低,因此,在鉬的影响下,根瘤数的增多和固氮作用提高,很可能是这种微量元素改善了同化产物自叶子运往根內的結果。

有趣的是,在得到鉬的植株內鈣的含量增多了(表 18),可能正因为这一点才使根系發育得好一些。

鈣在根、叶內的含量因营养液中的含鉬量而不同。鉬的份量愈多,鈣的含量也愈高。由鉬的直接作用和間接作用致使根系發育改

表 18 鉬对植物根叶内含鈣量的影响

植 物	施 鉬 量 (毫克/公斤)	叶	根
		含 鈣 量 (佔干物重的%)	
苜 蓿	0.0	3.87	0.25
	3.0	4.42	0.47
	9.0	4.95	0.56
車 軸 草	0.0	4.91	0.71
	4.0	5.31	0.82
菜 豆	0.0	6.77	—
	8.0	7.79	—

善，以及在車軸草和苜蓿根內累积鈣的事实在創造土壤結構上可能具有重大的意义。

表 19 內所列的資料是說明鉬对含磷量的影响，磷是植物灰分营养的一种最重要的元素。

表 19 鉬对植物叶内含磷量的影响

植 物	施鉬量(毫克/公斤)	P ₂ O ₅ 的含量(佔干物重的%)		
		非有机層	有 机 層	总 量
車 軸 草	0.0	0.35	0.41	0.76
	4.0	0.28	0.47	0.75
苜 蓿	0.0	0.45	0.45	0.90
	4.0	0.26	0.57	0.83

在苜蓿和車軸草的叶子里，由于鉬的影响而使有机磷(由非有机磷轉化而来)的含量增加了。例如，在对照內，假如苜蓿叶子有机磷的数量只有全磷量的 50%，那么，在施鉬的处理內可达 68%。这可能是因为在营养液內加入鉬时，植物能更好地利用磷的緣故。

結 論

1. 用鉬作肥料,無論采用那一种施用方法(这些方法都經我們試驗过)——將鉬施在土內,处理种子和噴洒植株等,都可以提高豆科作物的干草、种子和根羣的产量。而采用后两种方法时,只用極少量的鉬肥即可。

2. 鉬在砂土上以及在灰化土和一些机械成分較黏重的土壤上都是有效的。但在酸性反应的土壤上,鉬的良好作用表現得最为明显,因为在这里,植物很少能吸收到土壤中的鉬。因此,在施过石灰的土壤上或者給土壤施用少量的石灰时,利用施鉬的方法可以提高許多农作物的产量。

3. 鉬有后效作用,这是它最明显的一个特性。用鉬作肥料时,在它施用后的第二年最有效。

4. 和硼一起施用鉬,在很多情况下都可以显著提高鉬的良好作用。單施硼不仅比同鉬一起施用时的效果来得低,而且有时比單施鉬的效果还要低。

5. 鉬的施用量增加时,进入植物各部分的鉬也随之显著地增多了。在叶子、幼根和植物的根瘤內發現鉬的含量最多。

6. 植物对鉬的吸收与土壤反应(石灰用量)有密切的关系。它随着石灰用量的增加而增多起来,这又一次証实了鉬在中性和碱性土壤內是呈較易吸收形态的事实。

7. 水溶性鉬化合物的含量与植物的本性有关,甚至在植物个别的器官內也是極不相同的。水溶性鉬和非水溶性鉬在叶內的比例要比在根和莖內的比例小得多。

8. 在施过鉬肥的土壤上所生長的植物,其根、叶与对照不同的地方就是鈣的含量較高。

9. 鉬可以促使植物更好地利用氮并合成蛋白質。由于鉬的影响可以显著地增加蛋白氮与非蛋白氮的比例。

10. 得到鉬的植物,在其叶內所累积的糖要比未得到鉬的植物少

一些。根則恰好相反，它在施鉬的处理內含有較多的糖。所有这些表明了，可溶性醣类在缺鉬植株內的移动被削弱了。

11. 在鉬的影响下，可以改善植物对磷的利用，增多叶內有机磷(从非有机磷轉化来)的含量。

参 考 文 献

- Бобко Е. В. и Саввина А. Г. 1940. Значение молибдена для развития растений. Докл. АН СССР, 29, № 7, 507.
- Виноградов А. П. и Виноградова Х. Г. 1948. Молибден в почвах СССР. Докл. АН СССР, 62, № 5.
- Виноградова Х. Г. и Дробков А. А. 1949. О возможной связи недостатка молибдена и так называемого клевероутомления. Докл. АН СССР, 68, № 2.
- Гусев Н. А. 1939. Действие минеральных удобрений на образование клубеньков у красного клевера. «Химизация соц. земледелия», 7.
- Дмитриев К. А. 1938. Действие молибдена на урожай красного клевера. «Химизация соц. земледелия», № 10.
- Кедров-Зихман О. К. 1942. Действие извести и микроэлементов на урожай кок-сагыза и каучуконос. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 9—10.
- Лысенко Т. Д. 1948. Агробиология. Сельхозгиз.
- Матуашвили С. И. 1947. О влиянии бора и молибдена на морфологические и цитологические свойства *Azotobacter shoococcum*. «Микробиология». 16, 1.
- Образцова А. А., Миненков А. Р. и др. 1937. Микроэлементы как фактор, повышающий эффективность нитрагина. «Микробиология», 6. вып. 7.
- Федоров М. В. 1948. Биологическая фиксация азота атмосферы. Сельхозгиз.
- Anderson A. J. 1942. Molybdenum deficiency on south iron stone soil. Journe. Austr. Ins. Agr. Sci., 8.
- Anderson B. S. a. Oertel A. C. 1946. Factors affecting in the response of plants to molybdenum. Commonw. of Australia Council for Science and Ind. Res. Bull., 198.
- Arnon D. a. Stout. 1939. Molybdenum as an essential element for higher plants. plant physiol. 14.
- Bortels H. 1937. Über die Wirkung von Molybdin und Vanadiumdüngung auf *Azotobacter* Zahl und Stickstoffbindung in Erde. Arch. Mikrobiol.,

8.

- Fricke 1945. Molybdenum trials on pastures in northwestern districtis, Tasmanian Journ. Agr., 16.
- Hoagland D. R. 1940. Minute amounts of chemical elements in relation to plant growth. Science, 91.
- Mulder E. G. 1948. Plant and Soil, I, N 1, 94.
- Oertel A. C. 1946. The influence of soil reaction on the availability of molybdenum to subterranean clover. Australian Journ. Sci. 9.
- Piper C. S. 1940. Molybdenum as an essential element for plant growth. Journ. Austr. Inst. Agr. Sci., 6, № 3.
- Steinberg R. A. 1937. Role of molybdenum in the utilization of ammonium and nitrate nitrogen by *Aspergillus niger*. Journ. Agr. Research, 55.
- Van Niel C. B. 1935. Archiv f. Mikrobiol., 6.

[邓鸿举译 車浚霖校]

鉬在植物生活中的作用

A. A. 德罗布科夫

鉬是自然界中分佈很广的一种元素。它在地壳內的含量从 $10^{-3}\%$ 到 $10^{-2}\%$ 不等。就数量来看，鉬和銅、鉄、硼、鋁、鈮、鈷、鈦、鈾、鋅和鉛等元素佔有同等的地位。

在木本植物和許多其他植物的灰分中都發現有鉬。而以豆科植物的根部所生長的根瘤內(豆科植物借助于它們可以固定大气中的氮素)最富含鉬素。根瘤內所含的鉬比起土壤中和植物的地上器官与种子內的含量都要多一些(維諾格拉多娃, 1943)。

长期以来,大多数的学者都認為,在植物体内經常有鉬是因为植物偶然沾染了这种元素所致。在 1930 年确定、豌豆、大豆和車軸草在有鉬的时候不仅發育良好,而且还發現它們从大气中固定氮素的能力也提高了。在 E. B. 波布科和 A. Г. 薩維諾娃(Савинова, 1940)所作的豌豆試驗中(水培),鉬对豌豆的發育也表现出極为良好的影响。而砂土栽培和土壤栽培时鉬的影响就比較弱一些。

我們进行了几年的田間試驗和盆栽試驗,以便研究鉬对植物發育的响影和植物对鉬的吸收与加在混合营养液中不同分量的鉬有那些关系。1944年,在盆栽試驗中研究了不同濃度的鉬(每升溶液中含有 0.5、1.0、和 2.0 毫克)对于豌豆(品种是糖用矮人豌豆)的發育和其根瘤的形成以及植物不同器官內含氮量的影响。盆栽試驗是在容量为 6 公升的玻璃瓶內用蒸馏水进行的,并且在含有硼和錳的完全混合营养液內研究了鉬的影响,不含鉬的混合营养液为对照。施用鉬酸鈉态的鉬。豌豆和菜豆事先都在紗網上催芽,然后(当根長达 6、7 厘米时)又移植到瓶子內。移植后經過兩天,再用根瘤菌 *Bacterium*

rificicola 的純粹培养(从农业微生物研究所要来的)接种,重复4次。

在車軸草的田間試驗內是將鋁酸鉍态的鋁施在行內,每公頃按12公斤鋁施用。小区的面积为10平方米,重复4次。田間試驗是从1946年6月19日开始的。

表1所列的資料即为1944年豌豆盆栽試驗(水培試驗)的結果。

在沒有鋁的培养瓶內,虽然接种了根瘤菌,但在盛花期和結实期之前,豌豆根上並沒有長出根瘤。直到結实初期才开始形成很小的根瘤,到生長末期也沒有長大。在統計試驗結果时,不能把根瘤和根分开,因此,我們采用了計算重量的方法,把根瘤的重量假定为零。

表1 鋁对豌豆的产量和根瘤形成的影响

試驗处理	植株各部分的風干重						
	营养器官		籽实		根		根瘤
	克/每盆	%	克/每盆	%	克/每盆	%	克/每盆
对照(未施鋁)	15.1	100	6.3	100	1.5	100	0.0
施鋁(克/升)							
0.1	16.4	109	7.1	113	1.6	107	0.4
0.5	17.6	116	8.1	128	1.8	120	0.6
1.0	20.1	133	9.4	149	1.9	127	1.6
2.0	18.6	123	7.7	121	2.1	140	1.7

在有鋁的培养瓶內,根瘤于接种后的第8—10天,就开始从作物的根上長出来了。鋁的施用量增加时,根瘤發育的强度也随之提高了,而到生長末期,根瘤已經長得相当大,因而很容易把它們从根上摘下来称取重量。至于小根瘤則与对照的培养瓶一样,沒有計算重量。

施用濃度極低的鋁液(每升营养液有0.1毫克鋁),并不能使产量增加很多;如,莖叶的重量只增加9%,种子——13%,根——7%。根瘤的重量平均为0.4克。

如果將鋁的用量增高4倍(0.5毫克),則植物各部分的产量就会

进一步提高:如,地上部分的重量比对照增加 16 %, 种子——28%, 根重——20%。

在我們的試驗內,以每升营养液內含有 1.0 毫克鉬的作用为最好。在这些培养瓶內,莖叶的产量都增加 33 %, 种子——49%, 根——27 %, 根瘤的重量为 1.6 克。高濃度的鉬(2 毫克)并不比其余的几种用量有效。

表 2 鉬对豌豆各部分內含氮量的影响

試 驗 处 理	植 株 各 部 分 的 風 干 重					
	营 养 器 官		籽 实		根	
	含氮量	氮比对照	含氮量	氮比对照	含氮量	氮比对照
	(%)	增加的%	(%)	增加的%	(%)	增加的%
对照(未施鉬)	0.8	100	2.0	100	1.4	100
施鉬(毫克/升)						
0.1	0.9	113	3.2	155	1.7	117
0.5	1.0	120	3.5	172	2.3	159
1.0	1.5	189	3.8	189	2.4	162
2.0	1.5	189	4.4	210	2.6	179

表 2 所列的是 1944 年的試驗結果,这个試驗是研究鉬对于豌豆的营养器官,种子和根內含氮量的影响。

当我們把不同用量的試驗結果和其他作者們的試驗結果比較一下时,我們在同一个問題上就得到了不同的答复。例如,在 E. B. 波布科和 A. Г. 薩維諾娃用豌豆所作的水培試驗中,以每公升溶液內含有 0.5 毫克鉬的作用为最好,但在我們的試驗內,則以每公升营养液內含有 1 毫克鉬时,对豌豆产量的作用最好。發生这种情况是由于营养液被鉬污染的程度不同所致。我們在試驗內所采用的都是精制的藥品,但用光譜分析法檢查它們的純度时,發現有些藥品仍含有少量的鉬。

1945 年用水培法所作的盆栽試驗在方法上和 1944 年的盆栽試

驗一样, 实际上是为了驗證前一年的結果是否正确。在这些試驗內只研究了一种用量的鉬——每公升营养液內有 1 毫克鉬, 这个用量在 1944 年对于产量、根瘤的發育和植物体内的含氮量都表現出最良好的作用。試驗結果如表 3、表 4 所示。

表 3 鉬对豌豆的产量及其根部形成根瘤的影响

試 驗 处 理	植 株 各 部 分 的 風 干 重						根瘤的 重 量 (克/每 盆)
	營 养 器 官		种 子		根		
	克/每盆	%	克/每盆	%	克/每盆	%	
对照(未施鉬)	6.6	100	6.4	100	1.3	100	0.0
施鉬(1毫克/公升)	8.5	129	9.3	159	1.5	115	1.2

从試驗結果可以看出, 鉬对豌豆的产量及其根部根瘤的形成有良好的作用。

在植物各器官內的含氮量上, 也發現鉬有同样的影响(表 4)。

表 4 鉬对含氮量的影响

試 驗 处 理	总 含 氮 量 (%)							
	营 养 器 官		种 子		根		根 瘤	
对照(未施鉬)	1.1	100	3.1	100	2.1	100	0.0	0.0
施鉬(1毫克/升)	1.4	127	3.8	122	3.1	148	5.5	177

根瘤內总氮量的測定結果証明, 根瘤內的含氮量比起生長着根瘤的根要高 77% 毫無疑問, 根內的含氮量也会因此而被提高。然而在这些植物的营养器官和种子內, 含氮量也都同样增加了。

因此, 我們兩年試驗的結果表明, 鉬对植物的生活和根瘤菌的發育有重要的意义。

鉬素的田間試驗和盆栽試驗为了說明施鉬于土壤中时(一般在土壤內都含有鉬)对于豆科植物發育的影响, 我們曾于 1946 年, 在季米利亞捷夫农学院选种試驗站內用車軸草(年割一次的亞洛斯拉夫

品种)进行了田间试验。

在田间试验内,钼素是在以 NPK 作底肥的条件下施用的,每公顷施 12 公斤。氮、磷、钾肥的施用量如下:每公顷 30 公斤氮(硝酸铵态),30 公斤钾(氯化钾态)和 120 公斤 P_2O_5 (磷灰石粉)。

播种车轴草之前,将钼酸铵态的钼制成溶液施在行内。试验小区的面积为 10 平方米;重复 4 次。1946 年 6 月 19 日播种车轴草;6 月 25 日出苗。

除田间试验外,又用同一种土壤在能装 6 公斤土的金属盆内进行盆栽试验。在以 NPK 作底肥的条件下,将钼施在盆内,每公斤土壤施 1 毫克钼。

6 月 25 日在盆内播种车轴草;第 4 天出苗。重复 8 次。到 1946 年的秋天,未施钼的对照小区和对照盆,与施钼者,在植物的发育上没有看出什么明显的差别。冬天把培养盆埋在地里(深度与盆高相同),一直保持到春天。

1947 年的春天发现,8 个未施钼的对照盆中,有 6 个盆内的植株全都死了,有 1 个盆只剩下 1 株未死,另 1 盆有 2 株未死。在施钼的几个盆内,所有的植株都保存下来了。而且它们在 1947 年的整个生育期间都发育得良好。

田间试验的结果如表 5 所示。

表 5 钼对车轴草产量的影响(田间试验)

试 验 处 理	各 部 分 产 量 的 风 干 重				
	地 上 部 分		种 子		种子的饱满度(克)
	公担/公顷	%	公担/公顷	%	
对照(未施钼)	23.2	100	1.1	100	40
每公顷施 12 公斤钼	39.4	170	2.1	191	57

在田间试验的条件下,钼对车轴草的地上部分和种子的产量有很好的效用;例如,在对照小区上,地上部分干物质的产量为每公顷

23.2 公担,种子的产量为每公顷 1.1 公担。而每公顷施入 12 公斤鉬时,则使地上部分的产量增加 70 %,使种子的产量增加 91 %。

为了更完善地说明鉬对車軸草結籽的影响,我們又計算了生長在施鉬和未施鉬小区上的車軸草,在头狀花序內的結籽数。从各小区上摘取 100 个头狀花序,然后計算每一个車軸草头狀花序內的花数和長成的种子数。計算結果証明,在未施鉬的对照小区上,只有 40% 的植株結了籽,而在施鉬的小区上,則有 57 % 的植株結了籽。

毫無疑問,盆栽試驗的对照盆內植株的死亡,和田間試驗未施鉬的对照小区車軸草的严重缺苗,都是因为土壤中缺鉬而引起的。

在 1947 年秋天收获后,曾經测定了植物体内的含鉬量(表 6)¹⁾。

表 6 車軸草各部分的含鉬量

試 驗 处 理	地 上 部 分	种 子	根
	含 鉬 量 (佔 風 干 重 的 %)		
对照(未施肥)	1.7×10^{-4}	3.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}
每公顷施 12 公斤鉬	2.4×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.7×10^{-3}

由此可以确定,施鉬小区上的車軸草,在地上器官、种子和根內所含的鉬約比对照小区的植株多 10 倍。正如上面所指出的,植物体内的含鉬量增加,对于这几个小区上車軸草的發育是有利的。

鉬在对照小区植株內的含量是它在車軸草內正常的平均含量。但我們只能研究对照小区上活的和發育正常的植株。在死亡的植株內,並沒有測定含鉬量。此外,我們的观察还确定,植物到秋天会累积下大量的鉬,尤其是在种子內积累的更多。鉬素从施用鉬肥的小区轉移到对照小区的土壤內是可能的。而半米寬的保护帶显然不能完全阻止鉬素的这种移动。我們發現下面这件事实;即我們的实验区紧靠着連茬多年的車軸草地,在这里可以清楚地看到“車軸草衰退”的現象(клевероутомление)。而在我們試驗內的对照小区上,植

1) 植物体内的含鉬量是由 X. Г. 維諾格拉多娃測定的

株發黃和部分植株死亡很像“車軸草衰退”的症狀，這可能是由于土壤中沒有足夠的鉬供植物吸收的緣故。

鉬在良好的土壤內和生長在這種土壤上的車軸草灰分內的含量，約比“衰退的”土壤和該土壤上的車軸草植株多1倍。大家從文獻中都知道，土壤中各種元素的平均含量即使有很小的變動（減少一點或增加一點）也常常會使植物發生一些特殊的病害，並使它們種子的成分發生顯著的變化。還有一點要說明的是，在 K. A. 季米里亞捷夫農學院選種站的附近，離我們試驗地不遠有一塊地，于當年也播種了車軸草，但發育得却很壞，因而第二年就把它翻耕了。

因此，根據我們的試驗資料和其他學者的研究結果可以證明，為了使植物和根瘤菌能正常地發育起來，少量的鉬是需要的。

由此可見，鉬的生理作用要比我們過去所想像的重要得多。

根據其他學者的研究可以這樣確定，為了使霉菌能正常地發育，必須有鉬才行。如果氮素來源是硝酸鹽，則真菌對鉬的需要就會增加，而當氮源是氨態氮或有機氮時，真菌對鉬的需要就大大地減少了。根據這些試驗可以作出結論說：在植物體內合成蛋白質時，鉬對於還原硝酸鹽是必要的。在高等植物的試驗中也曾確定，鉬是參加硝酸鹽的還原作用的，因而在沒有鉬時，會使硝酸鹽累積在植物的葉子里而不能形成蛋白氮。由此我們可以了解到，為什麼缺氮的症狀和植物缺鉬時的症狀很相像，這在我們的試驗中已經清楚地看出來了。

豆科植物——車軸草、苜蓿、豌豆、菜豆等，均迫切需要鉬，這顯然是由于鉬參與蛋白質代謝的緣故。

結 論

1. 為了使植物能正常地發育，必須有少量的鉬；豆科植物特別需要鉬。它可以顯著地加強根瘤在豆科植物根部的發育，並增加植物體內氮素的數量。

2. 如果在土壤中施用適量的鉬，則可以提高車軸草的抵抗力，使

它在越冬时不至死亡,增加車軸草的营养体和种子的产量。

参 考 文 献

- Бобко Е. В. и Савинова А. Г. 1940. Значение Мо для развития растений. Докл. АН СССР, 29, № 7.
- Виноградов А. П. и Виноградова Х. Г. 1943. Молибден в почвах СССР. Докл. АН СССР, 62, № 5.
- Виноградова Х. Г. и Дробков А. А. 1949. О возможной связи недостатка Мо и так называемого «клевероутомления». Докл. АН СССР, 68, № 2.
- Дмитриев К. А. 1939. Влияние микроэлементов на получение семян и сена красного клевера. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 10.
- Mulder E. C. 1948. Importance of molybdenum in the nitrogen metabolism of microorganisms and higher plants. «Plant a. soil», 1, N 1.

[邓鴻举译 楊春明校]

鉬及其生物学作用

Х. Г. 維諾格拉多娃

从 20 世紀初叶就开始研究生物界 (биосфера) 和有机体内的扩散性鉬 (рассеянный молибден), 到目前已取得了一些成就, 因此, 使我們有条件提出关于鉬在有机体生活中的作用問題。

任何地方 (土壤、岩石、水和有机体内) 都可以遇到扩散性鉬, 但数量非常少。因此, 从它的分佈来看, 鉬是一种微量元素。

研究鉬的生理作用也像研究其他微量元素一样, 是在有机体的灰分組成中屢次地發現了鉬之后, 才开始研究它的。这样使人們認識到它是有机体生活中不可缺少的元素, 糾正了最初以为鉬是由于所研究的样本不純潔, 而偶然混到灰分中的猜測。

扩散鉬在生物界和有机体内的普遍分佈, 对于了解它的地質化学作用有重大的意义, 因为任何一种化学元素在生物界中多半都处于扩散状态, 而不是集中在一定的产地。

根据鉬在自然界中的普遍分佈性, 我們再詳細地研究它在植物界内的分佈情况, 从鉬素集中在一定的植物种类或一定的植物器官中的特性可推測出它可能具有的生物学作用。

因此, 在研究这种扩散化学元素的生物学作用之前, 需要先簡短地介紹一下鉬在土壤和植物体内分佈的地質化学資料。

鉬在土壤中的含量 直到最近对于扩散鉬在土壤中的分佈和含量还没有进行系統的研究。

在少数的測定各国土壤内含鉬量的結果中, 多半是用光譜法得到的定性資料。根据这些偶然測出来的結果, 并不能得出任何一般性的、有关鉬在土壤中的移动情况, 以及它在土壤和植物体内分佈的

关系等結論。

研究土壤中扩散鉬的主要障碍就是对这种为数極少的元素进行测定时感到困难。直到目前, 在一些含有微量鉬的土壤內, 即使有时發現了这种元素, 研究者也不能很好地测出它的含量。

但在含鉬量較高的土壤中, 則研究得比較透徹, 在这些土壤上, 就是植被內的鉬素也比正常含量高出 10—100 倍, 因而凡是在这种土壤的牧場上所放牧的牲畜都得病了。下面再返回来談一談我們在这方面所知道的一些工作。

我們曾經研究了鉬在各土層內的含量和分佈的情况(A. П. 維諾格拉多夫和 X. Г. 維諾格拉多娃, 1948), 这是第一次对土壤中扩散鉬进行有系統的研究。土样是从俄罗斯平原各土壤帶內(从苔原帶起直到高加索的紅土帶止)取来的。我們所采用的比色法的原理是: 用氯化錫使六价鉬还原为五价鉬, 在鹽酸液中比較鉬硫氰絡合物的顏色, 分析土样, 按下列方法制备: 將 1 克土壤与 4 克 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$ 混合物放在鉄坩堝內, 使之熔合, 随后將熔合物溶解在热水內。詳細步驟見本人(維諾格拉多娃, 1950)的論文。

我們所获得的資料是很一致的: 土壤中的含鉬量以干物重計, 約在 1.5×10^{-4} — $1.2 \times 10^{-3}\%$ 之間, 平均为 $2.6 \times 10^{-4}\%$ 。这很接近大塊岩石中的含鉬量($2 \times 10^{-4}\%$)。

稀有化学元素和扩散化学元素在正常土壤中的含量, 一般以 10 天內的变化界限来表明。在这方面, 鉬和土壤中許多其他研究过的扩散化学元素沒有区别。然而当我们研究土壤垂直剖面內的含鉬量时就可以看出, 不同土層內的含鉬量也沒有很大的变化。A. П. 維諾格拉多夫所發現的規律(1950)——即某种稀有化学元素在上層土壤和下層土壤內的含量一般有很大的差別——并不能作为鉬的一个特征。鉬在土壤中的分佈, 和許多其他扩散化学元素一样, 显然是由两个原因来决定的: 即它在母岩(материнская порода)中的含量和它在上層土壤中被植物根系淋溶的程度。C 層一般最富含鉬素; B 層(中層)內所含的鉬最少; 上層土壤內也含有較多的鉬。

表 1 不同土壤内含鉬量的比較

土 壤	地 点	含 鉬 量 (佔干物重的%)	測 定 者
各种土壤	欧洲(比利时, 荷蘭, 瑞士)	$5 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-5}$	捷尔-莫尤陵(1931年)
砂丘土	荷蘭	1×10^{-7}	同上
尼奧布拉克層的 各种土壤	美国	$8 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-4}$	斯坦菲尔德(1935年)
鉄結核土(尼奧 布拉克層)	美国	$1.5 - 2.0 \times 10^{-3}$	同上
耕地土	欧洲(以法国为主)	$4.3 \times 10^{-4} - 6.9 \times 10^{-3}$	別尔特蘭(1940年)
各种土壤	新西蘭	$2.8 \times 10^{-5} - 1.3 \times 10^{-4}$	別連(1946年)
显域土	俄罗斯平原	$1.5 \times 10^{-4} - 1.2 \times 10^{-3}$	維諾格拉多夫和維諾格拉多娃(1948年)
各种土壤	加利福尼亚(薩恩-德若阿金平原)	$8.0 \times 10^{-5} - 1.0 \times 10^{-3}$	巴尔沙德(1948年)
各种土壤(下里雅斯)	大不列顛(索莫尔謝特)	$1.5 \times 10^{-3} - 1.02 \times 10^{-2}$	留姆斯(1943年)

在所有我們研究过的 53 个各土壤帶的样本中都發現有鉬,并且作了定量分析。所得資料又一次証實了 A. П. 維諾格拉多夫所發表的一般原理:即全部化学元素在土壤中都含有一定的数量。

当研究那些原子价不稳定的化学元素的轉运性时,應該注意它們只在一定的条件下才轉变为能移动的、可以为植物吸收的形态。

最容易溶解于水的、因而也是植物易于吸收和能移动的鉬就是中性和弱碱性环境中的六价(Mo^{VI})鉬化合物。

那么,在土壤中的鉬化合物是那一种状态的呢?大部分鉬均在鋁矽酸鹽的晶格內和其他土壤矿物內。一部分鉬处于离子状态,而吸附在土壤膠体的表面。在黏土和其他土壤中,矿物对鉬的吸附作用尙未研究。然而这个作用是存在的。水成岩最富含鉬素,黏土就

是从这种岩石分化出来的。大家从試驗中都知道，黏土中的鉬是处在溶解的状态，很难从黏土内提取出来。

在所有我們研究过的土壤帶内，以苔原帶的土壤最富含鉬素。扩散化学元素在分佈上的分級是与土壤过程的类型有关系的。A. П. 維諾格拉多夫發現这些沼澤土壤很富于有机質，他認為鉬和某些其他化学元素所以能在这些土壤内累积下来，乃因环境中的氧化势能低的緣故，因此，使容易溶解的、并高度氧化的六价鉬化合物，还原为难于溶解的低价鉬化合物。鉬在沼澤土内的累积毫無疑問会有助于有机質对这些难溶解化合物的吸附作用。在中性反应和饱和鈣的草原土壤内，虽然土壤胶体部分很丰富，但由于鉬在这种条件下容易溶解，所以很难使它累积下来。

大家对个别化学元素在土壤溶液中的含量还知道的不多，而在鉬素方面，我們目前甚至连一个有关鉬素水溶性部分(决定于土壤类型)的平均数字都沒有。大家所知道的只是某些地区的一些个别的对水溶性鉬含量的測定結果，而这些地区的土壤内，水溶性鉬的含量过多，致使牲畜發生一种地方性疾病。

鉬在植物体内的含量 对于植物体内含鉬量要比岩石、水和土壤内的含鉬量研究得透徹得多。鉬在植物体内的平均含量与它在岩石、土壤和动物体内的含量好像沒有多大区别，然而鉬在各种植物内的分佈，甚至于在植物的不同器官内的分佈，都是極不相同的，因而引起了研究者的注意。鉬在分佈上的这些特点，以及在豆科植物及其根瘤内和在其他固氮植物内均富含鉬素这一点表明了鉬的生理作用。然而只是在最近才开始比較詳細地研究了鉬在植物体内和微生物体内的生理作用，这对于了解它在不同植物及在植物器官内的分佈特点是有帮助的。

近几年来，在农作物上所發現的缺鉬現象也推动了人們更積極地去研究和比較各种植物内的含鉬量。現在讓我們来談一談这个問題。

捷尔·莫尤林(H. Ter-Meulen)在1931年曾經測出煤灰中的含

鉬量平均約为 $2.0 \times 10^{-4}\%$ ，以后他又注意到煤灰中鉬素的来源問題。例如，鉬是不是从土壤来的？是不是那些形成煤炭的植物灰分的組成部分？为了解决煤灰中的鉬素是否为污染的结果，捷尔-莫尤林在 1931—1932 年又对植物和土壤內的含鉬量进行了一些測定。

捷尔-莫尤林所研究的化学方法虽然还不太容易作和有一定的缺点，但仍能使他得到鉬在植物体内的精确含量的資料：

鉬的含量(为鮮重的%)

豆科植物.....	$1.9 \times 10^{-4} - 9.1 \times 10^{-4}$
其他科的植物.....	$1 \times 10^{-6} - 7 \times 10^{-5}$
真菌.....	$2 \times 10^{-6} - 1.8 \times 10^{-5}$

在他的研究結果內說明了鉬在分佈上的一个特点：即豆科植物內含有較多的鉬。我們也曾注意到鉬素分佈的这个特点，并企圖解釋它(X. Г. 維諾格拉多娃, 1943)。

在捷尔-莫尤林进行研究的同时，M. 包尔切尔斯(M. Bortels, 1930)也研究了鉬对固氮菌正常生長和發育的影响。他得出結論說，鉬对固氮菌的生長是不可缺少的，因此，土壤中有沒有固氮菌很可能与土壤內含鉬量的多少有关系。

捷尔-莫尤林根据这些工作，进一步驗證，鉬在其他固氮生物內的分佈是否也有这样的特点。他選擇了生長在捷尔弗特运河內的水生蕨类 *Azolla* (它們和能够固定氮素的藍綠藻共生在一起)作为研究的材料。蕨类的含鉬量(佔干重的 $1.1 \times 10^{-4}\%$)比运河河水的含鉬量($9 \times 10^{-8}\%$)要高得多。捷尔-莫尤林曾經在这本著作中發表了一种意見，他認為鉬在上述植物內能够累积起来，是因为它在固氮作用上起着某种作用。

凡是在捷尔-莫尤林工作中不完整部分，后来均为包尔切尔斯(Bortels, 1940)所补充。在測定蕨类內所含的鉬时，不能和共生的藻类分开；所以有关蕨类含鉬量的測定数据，即屬於蕨类，又屬於藻类。包尔切斯証明，沒有藍綠藻的蕨类对鉬是沒有反应的，而当它和藍綠藻共生时，它的生長和發育就需要鉬了。把这种藻类分离出来，和

蕨类分别培养,沒有获得成功;但在其他藍綠藻方面——如 *Nostoc*, *Cylindrospermum* 和 *Anabaena* 等,則發現有鋁时,即使是極微量也能促进它們生長并提高它們的固氮作用。

在 1929—1931 年,曾用定性分析确定了豆科植物根瘤內的含鋁量,以便解决鋁在生化固氮作用上是不是一种接触剂。因此,我們選擇根瘤(*Cytisus proliferus*, var. *palmensis*)很大的植物来測定鋁,并且比較这些植物的根瘤和根內的含鋁量(也比較鎳和鈷的含量)。結果只在根瘤內找到了鋁。

許多研究者用定性分析法在各种豆科植物的根瘤內都發現了鋁,同时也發現了其他微量元素。

斯坦菲尔德(K. E. Stanfield)在 1935 年曾用他研究出来的簡易化学方法測定鋁。他試圖分离出硫化物态的鋁,再用比色法像測定硫氰絡合物一样測定这种元素。

他初步得到的資料表明含鋁量是相当高的(例如,在大麦莖稈內所含的鋁佔干物重的 $9 \times 10^{-3}\%$),而且这些資料和用其他方法在同一种植物上所測出的含鋁量有明显的区别。可惜他並沒有說明这些植物是从什么地方采集来的。

为了解决在化学生态学(химическая экология)上所研究的种型的化学成分是否不变的問題,以及解决其他有关生物地質化学的一些問題,必須尽量选用从彼此相距很远,而又極不相同的地点采集来的材料。这样就必須系統地研究那些来自一定地点的不同的种(譬如,在确定生物地質化学区的界限和确定与它們有关的一些生物地質化学的地方病时就需要如此)。

苏达拉-拉奥(Sundara Rao, 1940)曾用光譜法在某些印度植物上得到了有价值的數據;例如,他發現在莧菜(*Amaranthus* L.)內只有微量的鋁,豌豆內則有相当多的鋁,佔干物重的 8×10^{-4} — $1.1 \times 10^{-3}\%$,菜豆內 $4.5 \times 10^{-4}\%$,和水稻內 1×10^{-5} — $7.2 \times 10^{-5}\%$ 。

从 1940 年起,測定鋁的方法又进一步簡化了;直接采用植物灰分和土壤溶液来測定鋁的方法。虽然鋁不能被硫化氫沉淀下去,而

只能用各种有机溶剂將其提取出来,但有些学者仍繼續采用分离鉬的方法。新的測定方法只需很少的研究样本。过去,研究样本要用 1,000 克干物質, (捷尔-莫尤林), 現在用 10 克。以乙醚来提取有色的鉬、硫氰絡合物时, 只要用 1—3 克(干燥的植物和土壤)。

光譜光度定量測定法是和化学法同时展开研究的, 但到目前, 它在精确度和敏感性上均不如化学方法。

基基尔-伯尔川德 (Lidier Bertrand, 1940) 曾对植物体内的含鉬量进行了系統的研究(在动物体内也进行了同样的研究)。他研究出来, 用銅鉄試剂(купферрон)来提取鉬, 再用硫化氫使其沉淀出来, 然后用比色法測定有色的硫化鉬酸鉍(сульфоомолибдат аммония)。这个方法不十分簡單, 也不迅速。称取供試样本时仍需 10—100 克。从豆科植物和非豆科植物的測定結果算出的平均数据, 可知鉬素在法蘭西植物内的分佈規律和上面所談过的植物是一样的, 即豆科植物内的含鉬量照例要比其他植物多一些; 如豆科植物为干物重的 $32. \times 10^{-4}$ — $7.6 \times 10^{-4}\%$, 燕麦和其他作物則为 $3.5 \times 10^{-5}\%$ 。

1940 年, 又开始研究几种新的方法, 来測定鉬在苏联植物内的含量和分佈的情况。我們已研究出来并采用的方法就是在植物的灰分内測定鉬, 詳見維諾格拉多娃的論文(1950)。各种植物的种子均富含鉬素, 它在种子内的累积量要比莖叶内多一些, 而且其含量是經

表 2 苏联不同地区禾谷类作物种子内的含鉬量

作物	含 鉬 量 (佔干物重的%)	采 集 地 点
小麦	9.62×10^{-5}	外貝加尔湖
小麦	2.71×10^{-5}	国立卡桑选种站
燕麦	1.0×10^{-4}	外貝加尔湖
燕麦	2.03×10^{-5}	国立卡桑选种站
玉米	4.38×10^{-5}	克瓦列里
大麦	1.0×10^{-4}	外貝加尔湖
黑麦	7.3×10^{-5}	外貝加尔湖

常不变的。

这些研究结果证明,在高加索有几种菜豆最富含鉬素;在外貝加尔湖的禾谷类作物内,含鉬量也比其他地区禾谷类作物的一般含量略高一些。通常在植物体内含有較多的鉬时,或是說明土壤中的含鉬量高于正常的含量,或是說明土壤中有較多的可溶性鉬,这常常要决定于土壤反应的。

为了除去土壤对鉬素在豆科植物内特殊累积的影响。我們在卡查尼附近同一塊地上取三种植物測定其含鉬量。其中有兩种植物(箭舌豌豆和燕麦)的根部都交纏地長在一起,以至于在分析时很难把它們分开来。

这些植物的种子在含鉬量上可以說是完全不同的:

	含鉬量(佔干物重的%)
燕麦(种子).....	2.03×10^{-5}
箭舌豌豆(种子).....	1.30×10^{-4}
車軸草(整株).....	4.7×10^{-4}

为了研究鉬素是否作为接触剂来参加生物学固氮过程的問題,我們决定測定一下根瘤內的含鉬量。結果,在羽扇豆(莫斯科)的根瘤內,發現含鉬量为干物重的 $1.7 \times 10^{-3}\%$,在車軸草(卡查尼)根瘤內为干物重的 $1.1 \times 10^{-3}\%$ 。

其他学者也得出了同样的結論:即鉬素是集中在豆科植物的根瘤內。若將各种法蘭西豆科植物的測定結果平均起来,則鉬佔干物重 $2.9 \times 10^{-3}\%$ 。

如果把各国不同科的植物所含的鉬和其分佈情况的研究总结一下,那末我們就可以看出,截至目前所得到的全部資料都証明了在豆科植物內累积有較多的鉬,其中大部分是集中在根瘤內,其次是在种子內。

根据这个初步研究可以使我們認為,鉬是植物(特別是豆科植物)的生活和發育所必需的,这已經被我們和其他学者的工作所証明了。

表 3 苏联不同地区内豆科植物种子内的含钼量

作 物	地 区	Mo $\times 10^{-4}$ (佔 干重的%)
暗褐色菜豆	克瓦列里, 克瓦列里区	14.0
紫紅色菜豆		12.0
紫色帶花紋菜豆		21.0
混合品种菜豆		6.1
同上	叶尼塞里, 克瓦列里区	1.5
暗紫色菜豆	阿哈利索別里, 克瓦列里区	18.0
淺褐色菜豆		20.0
褐色帶花紋菜豆		17.0
混合品种菜豆		15.0
暗紫色菜豆	拉塔里, 上斯万聶奇亞	11.0
淺褐色菜豆		2.3
褐色帶花紋菜豆	拉哈木里, 上斯万聶奇亞	0.9
混合品种菜豆		1.1
同上		1.8
箭舌豌豆		2.6
里郭夫箭舌豌豆	布基斯茲黑, 仇哈塔烏尔区	1.3
“無穷原种”豌豆	卡桑国立选种站	0.8
“上曼德尔夫”豌豆	莫斯科	1.1
“資本”豌豆	卡桑国立选种站	1.2
4/105 兵豆	雷諾克, 卡桑	1.0
	卡桑国立选种站	0.9
		0.7
狭叶羽扇豆	莫斯科	3.0

在这篇論文內敘述了我們的試驗結果, 說明鉬对豆科植物的生長及其根瘤固氮活动性的影响, 并指明提高固氮活动性可以增加植物体内的含氮量。

生物地質化学区 当研究周圍环境和有机体内各种化学元素的含量时, 我們可以看出, 在一定地理区域内, 这种含量是比較穩定的。凡某种化学元素在土壤、水和空气內的含量一样, 而和隣近地区含量

不同的地带,維諾格拉多夫称为“生物地质化学区”(1935)。A. П. 維諾格拉多夫曾举出很多例子証明,如果某种化学元素在周围环境和有机体内的含量較高或較低于一般含量,那末,在这个区域就会發展出一种特殊的植物羣体,并使牲畜得病甚至死亡,而本区的居民也会因此而生病,这是生物地质化学的特有现象。

掌握了鉬在周围环境和有机体内正常的平均含量就可以找到缺鉬的生物地质化学区。然而,尽管在这方面已經研究了数年,到目前我們仍然不知道自然界中的缺鉬地区。现有关于鉬在有机体内的分佈和含量的分析資料,精確可靠的太少了,因此,我們暂时还不能肯定在某些土壤上不長某几种植物,是由于其中缺鉬的緣故。只有进一步研究才能解决这个問題。

就我們所知,文献中还沒有人提到动物的缺鉬情况。很明显,动物是从食料中得到这种在它生活上所必須的微量元素。我們还不知道通过实验方法,来进行生理試驗和其他試驗,以引起許多动物患染缺鉬病。

相反地,植物对环境中鉬的含量是非常敏感的,虽然关于野生植物的缺鉬情况仍然沒有記載,但在熟化的可耕土壤上已經不只一次地發現了这种情况。

在这方面,在奧大利亞、新西蘭、塔斯曼尼亞等地缺少某些微量元素的貧瘠土壤上作的研究要比其他地区多一些。几乎在每一种情况下都用盆栽試驗(用上述地区的土壤进行的)驗證了缺鉬的症狀,当土壤內加入了極少量的鉬时,这种症狀就不見了。

在最初几个有系統的苜蓿田間試驗里(后来又用車軸草作了試驗),有一些是安徒生(A. J. Anderson, 1946)自1942年起在南奧大利亞的砂岩上进行的。他發現,將鉬施到土中时,可以使植物不变黃也不枯死。

1943—1945年之間,弗瑞克(E. F. Fricke)又在壤土、砂土和其他土壤上,給缺鉬的豌豆、車軸草等作物施用了鉬(塔斯曼尼亞)。1947年弗瑞克又举出了一个例子,利用在土壤中施用少量鉬的方

法,而有效地防治了燕麦的“青壳病”(Blue Chaff)。

1945年,戴維斯(E. B. Davies)曾記載,在新西蘭的酸土上,花椰菜感染鞭梢(whiptail)病时,給土壤施用了鉬肥后,則發生良好的作用。

在加利福尼亞的蛇紋岩土帶(область серпентинитовых почв)叢生着一种特殊植物区系形成特別的大塊斑狀是唯一可以用来作为明显的缺鉬的生物地質化学区的例証。当想利用这些土壤栽培农作物时,發現他們有明显的缺鉬症狀:栽培在这些土壤上的番茄、萵苣及其他作物發生叶斑和叶色变黄等病害。而在土壤內施入鉬之后,所有这些病征都沒有了。对染病植株所作的化学分析証明,它們体内的含鉬量已降低到为干物質的 $1 \times 10^{-5}\%$,甚至更低些[沃尔喀尔(Walker),1948]。应当注意到,土壤中的含鉬量愈低,或由于鉬鹽的不溶解性而使其对植物的可吸收性愈小时,則施鉬的良好作用就愈强。

早在1936—1938年,К. А. 德米特里也夫(Дмитриев)就打算在苏联找出一些能够影响作物(如車軸草)的生長和产量的方法。这些試驗都沒有得出什么結果,因为在施鉬的土壤內也缺硼。而在施硼的条件下再施鉬才可以提高車軸草的产量,但是只在这些土壤上施鉬自然是不会有效的。

我們也曾注意到大家在農業上都熟悉的“車軸草衰退”現象。施用普通的礦物質肥料和厩肥永远不会有什么好結果。“衰退”植株的外形和缺乏無机元素的植株很相像。

在田間試驗之前,曾用光譜法研究了我們从季米里亞捷夫农学院采来的“衰退”土壤的样本和“衰退”車軸草的灰分(這項研究是由С. А. 保羅維克教授进行的)。另外我們还把分析結果与隣近田地的土壤和健康的車軸草灰分的分析資料进行了比較。

“衰退”車軸草的灰分含量要多1倍,这就表示植物是缺乏某种化学元素的。在其灰分中發現下列几种化学元素的数量增多了,如:鉍、鉛、鎳、鈷、銅、鋅和矽。

在这些土样和灰分内测定含鋁量时(佔干物質的%), 得出了如下的結果:

“衰退”土壤…… 2×10^{-4} “衰退的”車軸草…… 7×10^{-5}
健康土壤…… 4×10^{-4} 健康的車軸草…… 1×10^{-4}

健康的和衰退的样本在含鋁量上的变化并不大,但应当注意,凡是供研究的“衰退”車軸草都是从活着的植株内取来的,实际上那些过于“衰退”的車軸草一般都死掉了。此外,我們也常發現,某种化学元素的平均含量(特别是在有机体内)即使有很小的变化也会引起植物得病,甚而死亡。

为了驗證缺鋁是不是引起“車軸草衰退”現象的一个原因,我們曾于1946年会同 A.A. 德罗波柯夫一起在牙米里亞捷夫农学院的田地上佈置了几个試驗,試驗地紧靠着几年来都在观察“車軸草衰退”現象的田地。1946年6月23日播种亞洛斯拉夫品种(Ярославский сорт)車軸草。土壤中施入 NPK 肥,并于此条件下,給一部分小区施用鋁酸銨,計每公頃施12公斤鋁。

車軸草的幼苗及其一般的生長和發育,各个小区在第一年都一样。越冬后的植株,在对照和施鋁小区之間即显出明显的差別。1947年,对照小区的車軸草严重缺苗,而活着的植株也發育得很坏。1947年的秋天,計算了对照小区和試驗小区的产量,并测定了車軸草內的含鋁量(表4)。

表 4 將鋁施在土中时对車軸草的产量和含鋁量的影响

	产量, 風干重 (公担/公頃)		含鋁量(佔風干重的%)		
	地上部分	种 子	地上部分	根	种 子
对照小区的車軸草	23.2	1.1	1.7×10^{-4}	2.0×10^{-4}	3.0×10^{-4}
施鋁小区的車軸草	39.4	2.1	2.4×10^{-3}	1.7×10^{-3}	3.6×10^{-3}

种子产量和地上部分的产量倍增时,植物对鋁的需要也提高了。应当指出,在这塊地上,車軸草于1948年又長了出来,并一直長到

1949年的春天,直到耕地时为止。从外表看来,植株有很鲜明的綠色和艳丽的花朵。

1949年又扩大了試驗,給苜蓿施用鉬肥,而在某些小区上还加施了鐳以及鉬和鐳的混合物。从幼苗起苜蓿就長得不一致,在整个夏天这个差別越發明显了,可以清楚地看出施鉬小区和施鉬和鐳混合物小区上的植株生長和發育得良好。

根据我們从文献中所知道的和我們試將鉬施于土中对植物的生長所表現的良好影响,可以作出这样的結論:植物的缺鉬症狀是在那些总含鉬量可能很充足,但可溶性鉬却相当少的土壤上表現出来的。这要决定于土壤的反应,因此,在某些情况下,只施石灰不施鉬鹽也会产生良好的結果。很可能有些土壤(如砂土)只含有微量的鉬。

与我們所知道有限的、并且不足以表明自然界中缺鉬的情况相反,过多的鉬不仅可以引起牲畜(如乳牛)的外形發生極显著的变化,甚而使它严重地患染一种特殊的疾病,以至常常死亡。凡是这种特殊現象很普遍的地区,都可以作为一个明显的例子,用來說明这个地区是生物地質化学区其平均含鉬量已超过一般含量。

在这方面最初用来研究的是索莫尔謝特 (Соммерсет)(英国)的牧牛場。大家都知道一种叫作鉬毒病的 (молибденозис),主要是在这些草地上放牧的母牛和牛犢得这种病,在很多情况下,牲畜最后都病死了。百年以来,得病的原因始終沒有搞清楚,因而也不可能防治它。最近曾仔細地研究了“發病”牧場的植物灰分的化学成分。从外表看来,牧草一向是很丰盛的,植物也沒有發生任何一种病害而發育得很好。这种現象多年以来都使学者們感到迷惑不解。直到較精确的光譜分析法發明后,才順利地用它測出了在“得病”植株的灰分內含有多量的鉬。这些存在于植物体内大量的鉬,显然是来源于那些在富含鉬素的下里亞斯層上 (нижний льясс) 發育起来的土壤。这些土壤的含鉬量为干物重的 $1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-2} \%$, 超过土壤正常平均含量10—100倍。这些牧場的植物內所含的鉬为干重的 $1 \times 10^{-2} \%$, 也就是說比正常含量高出100倍。

关于鉬毒病是由牧場的牧草內含有多量鉬所引起的假定，已經用母牛和牛犢分开飼养的試驗所証實了。这个試驗并不是一开始就成功的。起初用青刈的牧草飼养牲畜，甚而也常常用晒干的牧草来飼养，但都沒有得到預期的結果。牲畜几乎沒有显出任何病狀来。可是在每天每头牲畜的飼料中改加 1.36 克鉬后，就显出了鉬毒病的全部症狀。以后又进行了比較仔細的觀察，結果証明，只有当牛犢从春天起就在“發病”牧場上放牧时才会得病。青刈的和晒干的牧草和早秋降霜后的牧草一样，多半都失去了毒性。如果不測定总含鉬量而分別去測定它的可溶解部分和不溶解部分，这个问题就会迎刃而解了。看起来，晒干和冰冻可以使可溶性鉬化合物轉变成不溶解状态，而使牛犢不易同化吸收。測定干草中水溶性鉬的結果証明，鉬的数量已由青草中的 70—80% 減少到 40%，并相应地增加了不溶解鉬的数量。冬天在降过几次霜后，水溶性鉬即減少到 10%。对水溶性鉬和总鉬量在一年四季中的变化所作的研究証明，水溶性鉬在 9 月时最多，同时鉬毒病也最严重[福裴遜(Ferguson), A.H.列威斯(Lewis)和 S. J. 惠斯敦(Watson); 1940]。

为了用实验方法使鉬毒病發生，于 1938—1939 年将鉬施到“健康”牧場的土壤內，每公頃施 30 公斤。結果在这些試驗牧場上放牧的牲畜都得病了。根据所有上述的研究可以确切地肯定，牧草內的含鉬量若达到干重的或超过 $1 \times 10^{-3}\%$ ，就会使牲畜發生这种特别的疾病，因而很快就找到了治疗它的方法——即在得病牲畜的食料中每天加入 2 毫克綠矾，由此需要再来討論一下銅与鉬的相互作用問題。

測定患染鉬毒病的牲畜肝臟內的含鉬量后，証明其含鉬量并不高于健康牲畜的肝、脾內的含量。而在得病牲畜的骨骼和它們的皮毛內所累积的鉬則比健康的牲畜多 6 倍或 4 倍。在腸的內容物中，含鉬量特別多：得病牲畜为 $1.83 \times 10^{-3}\%$ ，健康牲畜为 $2 \times 10^{-4}\%$ 。分析几年来都以含有大量鉬的食料来飼养的牛的肝臟后，确定含銅量已降低到 $1.0-3.8 \times 10^{-3}\%$ ；在得到鉬鹽的綿羊上，含銅量还要低。用家鼠所作的試驗証明，在家鼠的每日飼料中摻入鉬鹽，但不加銅会

使家鼠的肝臟內缺銅，結果使动物死亡。但加銅之后，同样多的鉬就不会对家鼠的生長有坏的影响了。

目前对銅与鉬的生理相互作用的化学本質以及鉬的毒害性尙不能予以解釋。

从上述研究結果中發生了这样一个問題：鉬素过多而發生疾病，是不是因缺銅的結果呢？下面我們想比較詳細地談一談鉬与其他化学元素的相互作用，并要強調指出，生物地質化学和个别化学元素的农业化学的研究，还不能使我們了解它們对植物有机体和动物有机体生命过程影响的全貌。

已經确定，在“發病”牧場的牧草內，含銅量并不低于“健康”牧場上的牧草內的含量，不过已經發現，Cu和Mo的比例是随着含鉬量的增加而改变的。这个比例到秋天減少得特別厉害，此时鉬的累积量也最多，而含銅量却降低了。然而企圖用施銅肥于土中的方法来改善这些牧場並沒有得到好結果，因为植物体内的含銅量並沒有提高很多，牲畜仍繼續得病。

在中央加利福尼亞的薩恩-德若阿金（Сан-Джоакин）平原上，凡是周圍环境中的含鉬量已超过平均含量的生物地質化学区所發生的病害，在病狀和發病原因上，目前被認為都与鉬毒病相似。但鉬素的分佈情况則与索莫尔謝特（英国）稍有不同。研究这些地区的土壤后証明，“發病”地区的土壤所含的鉬只比正常土壤多到5--10倍，其实在这些土壤上的植物內，含鉬量是相当多的，尤其在豆科植物內要高出百倍，这种情况完全和索莫尔謝特地区一样。發生此种情况的原因，看来是这些呈弱碱性反应的土壤內，可溶性鉬的数量太多的緣故；如可溶性鉬的数量达总含量的50% [巴尔沙特 (I. Barshad), 1948]。

在这些牧場上的牲畜患染这种特殊疾病的同时，并未引起植被的外貌發生变化。

在外明格、尤特、聶瓦德等州的个别地区內，研究植物体的化学成分时，發現含鉬量有显著的增加。但在这些地区的植物体内还累

积有硒,它不仅对牲畜有毒害,即对人也有巨毒作用,这就模糊了鉬素的作用。只能这样假设,在很多情况下,含量过高的鉬会加重硒的有害影响。硒和鉬进入植物内的条件是相同的,因为它们它们在碱性土中均呈可溶性并有很大的移动性。

例如,紫芸英所含的鉬为干物重的 $1.4 \times 10^{-2}\%$,远远地超过了植物对牲畜的毒性限度($1 \times 10^{-3}\%$)。但在这些紫芸英中所含的硒达百分之一,由此就发生了一个直到目前尚未解决的、关于这两种元素的相互作用(或同时作用)的问题。有人曾经记载过,在科洛拉道、科路姆比亚、维尔吉尼亚(виргиния)等硒产地的豌豆、大麦和其他作物内,除了含硒之外,还含有佔干物重 $1 \times 10^{-2}\%$ 的鉬[罗宾逊(Robinson),1947]。

到目前为止,在苏联还不知道有那些地区是这样:即该地区的牲畜患病是由于有机体内和周围环境中含鉬量过高(超过其正常的平均含量)。

怎样才能发现那些鉬素过多的生物地质化学区呢?寻找这样地区的方法之一就是当发现牲畜所得的特殊疾病与鉬毒病的症状相似时,测定鉬素的含量。我们曾经研究了从雅库其(Якутии)地区(这里发生了这种特殊的疾病)取来的各种植物样本。然而这些样本的含鉬量只比平均含量略高一些,还未达到有毒的水平。例如,在禾谷类作物的种子内,含鉬量如下(佔干物重的百分数):春黑麦是 $1.10 \times 10^{-4}\%$,大麦是 $8.0 \times 10^{-5}\%$ 。

各种草本植物的混合物所含的鉬也未超过干物重 $10^{-4}\%$ 。

寻找富含鉬素地区的另一个方法(在这些地区土壤以及植物和动物均富含鉬,并且动物是以这些植物为食料的),就是研究鉬矿区的植被。

鉬素很容易破风化出来而使矿苗(оруденение)附近的岩石和土壤富含鉬素。因此测定矿产地土壤内的鉬素可以作为寻找富含鉬素地区的根据。鉬素在鉬矿脉周围晕圈内(ореол)的分佈很有规律:即矿脉丰富的地方必然会有很多的扩散量(ореол рассеивания)。

我們曾經採用了第三種探尋鉬素的方法，即測定該元素產地的植物體內的鉬素。

從卡薩克斯坦某礦產地（在鉬礦脈內摻雜有石英）收集來的植物材料（每隔 20 米取樣）表明，該地區的艾蒿（*Artemisia*）很富含鉬素，其含量達干物重的 $6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-3} \%$ ，平均含量為干物重的 $4 \times 10^{-5} \%$ 。另外還發現含鉬量由增長而降低的現象，這顯然和鉬礦脈是一致的。

在銅、鎳產地的植物內富含銅、鎳這一點 Д. П. 馬留加（Малюга）研究成功已有幾年了，他為了尋找這兩種元素而採用了測定在植物體內含量的方法。

我們曾對高濃度鉬的毒害性作了研究（國內外的其他學者也曾研究過），這些研究主要是用盆栽試驗進行的。植物，尤其是豆科植物可以忍耐高量的鉬，只有在鉬產地有擴散性鉬的地方才會在土壤中遇到大量呈溶解狀態的鉬。

當我們在盆栽試驗中（水培）研究大量鉬對植物影響的時候，不要忘記鉬和其他化學元素的相互作用，因為鉬的有毒份量不僅決定於植物的種類，而且也決定於試驗時所採用的營養液的性質。根據我們的測定，對於水培的豌豆和菜豆來說，每升營養液中平均有 1—2 毫克鉬為最適宜。用量過高時，產量即不再增加，但植物仍正常地發育着。

鄧妮（Denng, 1939）曾經確定，鉬對大麥最合適的用量是每升營養液中有 40 毫克；沃倫頓（K. Warington, 1946）則認為這個數量對茄科植物是有毒的。

不同植物對鉬素的需要和對它的敏感性不同，因此使我們推測到，富含鉬素的地區，當土壤中的鉬處於溶解狀態的時候，應當生長着一種特殊的植物區系，調查和記載這樣的植物羣體，還是將來的事情，像解決鉬素生物地質化學的其他問題一樣，是最近才開始研究的。

鉬是最近才被列入有機體生活上所必需的擴散化學元素之中

的。

鋁的生物学作用 苏联科学院的、以維尔納德斯基院士命名的地質化学和分析化学研究所进行的活質化学成分的研究証明，有机体内几乎包括了所有的化学元素。在 В.И. 維尔納德斯基院士(Бернадский)最先將活質成分中常見的化学元素列入一表格內。А. П. 維諾格拉多夫根据多年的工作，找出了能表明化学元素在有机体内分佈情形的生物地質化学規律。他所提出的多量元素、微量元素和超微量元素等名詞，可供研究者用来表示各类化学元素，这些元素都包含在有机体的成分中，并且在数量上有显著的不同(維諾格拉多夫, 1935)。

对活質的有效化学成分的認識改变了对于在植物的無机营养上所需要的、数量有限的化学元素的想法，并由此而产生了这样的問題：即在有机体内經常發現的这些新的化学元素起什么样的生理作用呢？

鋁在自然界中分佈的范围相当广闊，如岩石、土壤、水和有机体内都可以找到它，但通常只有很少的数量。从鋁素分佈的这个特点(这是扩散元素的特点之一)可以推測到，假如它对植物有机体和动物有机体的發育是必要的話，那末显然也只需要極少的数量。这些推論已被后来長期的研究所証实了(因为在試驗时，把鋁加到营养液內，使对照中絕对沒有鋁是很困难的，所以这些研究从开始到現在一直进行了十多年)。只有精确的測定鋁素的化学方法發展后，才能檢查和除去营养鹽类中微量的鋁。

然而在很久以前就已經用試驗方法研究了重金屬对植物發育影响的問題。1913—1914 年 Ф. В. 契利珂夫(Чириков)在波得洛夫-拉祖莫夫农学院所作的研究很有价值。他認為重金屬是一种生長刺激物，所以把各种化学元素(包括鋁在內)加到栽培着不同作物的砂土內(砂土栽培)。当时的試驗虽然还有缺点，但其中有一个試驗却由于契利珂夫在栽培作物的砂土內施了大量的鋁(0.05—0.06 克)，而使小麦籽实的产量几乎提高了 82%。其余的試驗都失敗了。

有系統地研究鋇对有机体的發育和生活的作用只是从20世紀的30年代才开始。最初研究者們主要是用低等生物——細菌和真菌来进行試驗。在这篇論文內，我們仅仅把这方面最主要的工作提一下。例如，已經証明了固氮菌 *Chroococcum* 在缺鋇的培养基上是不能生長的(包尔切斯, 1930)。在培养着固氮菌的营养液中，每升加入0.3毫克鋇已足能使它旺盛地生長。有人以为鋇是固氮菌固氮过程的接触剂。后来又有人用各种固氮細菌进行了大量的試驗，其中大部分結果都表明鋇对固氮作用和細菌的生長有良好的影响。

在斯廷布尔格(R. A. Steinberg, 1936, 1937)闡明鋇素是霉菌生長所必需的那篇著作中，引証了鋇素对该真菌發育有影响的事实，不过只限于在培养基中的氮源是硝酸鹽的情况下。如果在混合营养中加入氨态氮，那末加在营养液中的鋇，效果就很小。鋇在真菌內的机能可能是还原作用，因此，它在硝酸氮轉化成氨态氮及以后吸收氨态氮时才起作用。培养在具有硝酸鹽、但缺鋇的培养基上的真菌，外表很像缺氮时的样子。在真菌借助于还原酶来利用硝酸氮与它迫切需要鋇之間可能有某种联系，还原酶与鋇素間的直接关系尚未肯定。后来的試驗証明，鋇对硝酸鹽和硝基經胺基酸的还原具有一定的意义。

1940年，И. Л. 拉包特諾娃(Работнова)首次在文献中談到某些微量元素(包括鋇)对根瘤菌的影响。她指出，每一位研究者所以对个别化学元素的影响有不同的看法，显然是因为試驗条件不同的緣故。在她本人和莫施珂夫(Мошков)的著作中(1939年)都曾提到这一点。

已經确定，要想讓豆科植物的根瘤在固氮过程中有最大的活动性，就必须使它含有一定数量的鋇。

現在我們再来談一談高等植物的試驗，可以这样說，有許多原因妨碍了研究者获得一致的結果，有时同一位作者也难取得一样的試驗結果。目前，对于那些为植物生活和發育所必須的微量元素还了解的不够。特別是用鋇来代替生活所需要的硼和其他微量元素，解

决鋁的不良影响問題。每位研究者所用的营养液的成分并不一样，所用的鋁的份量也不一致，而試驗用的作物又各自不同。現在我們了解到，不同作物对鋁的需要是不一样的。这已足够說明为什么能發生上面那样的結果。

爱尔努 (Arnon, 1940) 曾在水培条件下研究了混合在一起的不同微量元素对番茄生長的影响。結果由 7 种微量元素(包括鋁)所組成的混合物显出了最好的影响。后来爱尔努又和斯塔烏特(Стаят)合作，用 19 种微量元素作为肥料来試驗它的作用，并企圖用它們来代替鋁。这 19 种元素包括：鈦、钒、鉻、鎢、鈷、鎳、鋁、砷、鐳、錒、汞、鉛、鋇、銻、鉍、碘、氟、硒和硼，但其中沒有一种能够代替鋁。生長在混合营养液中的植物(混合液包括 11 种目前被公認為植物生活和生長所絕對需要的化学元素——即氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、鉄、硼、錳、鋅和銅)終于还是显出了缺素症狀。当营养液內加入相当于溶液 1/100,000,000 的鋁时，番茄下部叶子上的斑点，花的死亡和植物的其他症狀都消失了。安排上述試驗时，要非常小心地除去所有营养鹽类中的鋁，这个方法已在我們的試驗中采用过了。

1938—1940 年，E. B. 波布科和薩維娜(1940)与进行豌豆水培試驗的同时，又在砂土栽培和土壤栽培的条件下，安排了兩組試驗，以便研究鋁在更接近自然的条件下，对作物的生長和产量的影响。他們在每公斤土壤中加入不同数量的鋁(0.01—8.0 毫克)。結果只有水培試驗中的作物的种子产量和地上部分的产量提高了。研究者们認為土壤栽培和砂土栽培的試驗沒有成功，可能是鋁化物在土壤中呈不溶性所致。現在我們知道，植物能否吸收土壤中的鋁要决定于土壤的反应，在土壤呈弱碱性反应时，鋁化物最易溶解，而当土壤呈酸性反应时(試驗所用的灰化土一般是呈弱酸性反应)，則由于鋁的不溶解性而很少为植物吸收利用。在計算豌豆产量时，他們又一个个地統計了根瘤的数目，并且确定，在砂土栽培的条件下，不施鋁就沒有根瘤，但在砂土中加入适量的鋁时，每盆中的根瘤数即达 258—285 个。

有些研究者發現鋁对盆栽試驗(水培)中的萵苣有良好的影响,但对栽培在土壤上的萵苣却不是經常这样。鋁素的影响因萵苣的品种和栽培它的土壤而不同。就是在同一种土壤內施入鋁时,不同作物也發育得不一样(如亞麻、茄子和番茄等作物)。

已經确定,土壤反应适中时,鋁素也最有效。只有在弱碱性土上才可以不施鋁而仍能使植物發育起来,此时植物的含鋁量也正常。例如,在生長良好的情况下,車軸草內的含鋁量不低于干物重的 $1 \times 10^{-4}\%$ 。总之,在我們开始試驗时(豌豆和菜豆的水培試驗,1944年),仍有許多关于鋁对高等植物發育的影响的問題沒有解决。

我們打算在水培条件下找出鋁素的需要量,并且更仔細地研究它对豆科植物生長的影响和它在生物学固氮过程中的作用。

試驗是在季米里亞捷夫农学院的培养室內同 A. A. 德罗布科夫一起进行的。第一年的試驗研究(1944年)是选用生長迅速的豌豆品种捷-格拉斯(Де-Грас)。同时在含有硼和錳的完全混合营养液中研究鋁的影响。以不含鋁的同样营养液作为对照。重复4次。混合营养液內加入不同数量的鋁:每升溶液加0.1、0.5、1.0和2.0毫克。种子成熟后摘下豆莢,計算其产量;另外再单独秤量根瘤的重量(表5)。

表 5 鋁对豌豆产量和根瘤形成的影响(植株各器官的重量)

試 驗 方 案	营 养 器 官		籽 实		根		根 瘤
	克/每盆	%	克/每盆	%	克/每盆	%	(克/每盆)
对照(不施鋁)	15.1	100	6.3	100	1.5	100	0.0
施鋁(毫克/升):							
0.1	16.4	109	7.1	113	1.6	101	0.4
0.5	17.6	116	8.1	128	1.8	120	0.6
1.0	20.1	133	9.4	149	1.9	121	1.6
2.0	18.6	123	7.7	121	2.1	140	1.7

自表內可見,对照植株上沒有根瘤,它們比起栽培在施鉬培养盆中的植株要矮得多。每升营养液內加 1 毫克鉬对植物的影响最好。

这些結果証实了以前其他研究者們的試驗資料。此外,又測出豌豆內的含氮量与营养液中的加鉬量的相关,从而找出累积氮素的一些規律(表 6)。

表 6 鉬对豌豆各部分內含氮量的影响(佔絕對干物重的%)

試 驗 处 理	营 养 器 官		籽 实		根	
	含氮量 (%)	为对照的 %	含氮量 (%)	为对照的 %	含氮量 (%)	为对照的 %
对照(不施鉬)	0.81	100	2.04	100	1.45	100
施鉬(毫克/升)						
0.1	0.92	113	3.16	155	1.71	117
0.5	0.97	120	3.52	172	2.31	159
1.0	1.53	189	3.85	189	2.41	162
2.0	1.53	189	4.28	210	2.60	179

試驗結果証明,豌豆內的含氮量增高与在营养液中加入鉬的份量有关系。鉬不仅可以促进根瘤的生長,而且还常常有助于根瘤的形成。另外,它显然还影响根瘤的固氮活动性。这个新發現也被以后其他研究者所証实了。

表 7 鉬对豌豆产量及其根部根瘤形成的影响

試 驗 方 案	植 株 風 干 重						
	营 养 器 官		种 子		根		根 瘤 (克/每盆)
	克/每盆	为对照 的%	克/每盆	为对照 的%	克/每盆	为对照 的%	
对照(不施鉬)	6.6	100	6.4	100	1.3	100	0.0
施鉬(1毫克/升)	8.5	129	9.8	154	1.5	115	1.2

1945年的豌豆(糖用矮人品种)盆栽試驗也是用水培法进行的,但在加鉬量合适的情况下(1.0毫克/升),同样提高了产量,并增加了总氮量(表7和表8)。

表8 鉬对豌豆植株各部分含氮量的影响

試 驗 处 理	总 含 氮 量, 佔 絕 对 干 物 重 的 %							
	营 养 器 官		种 子		根		根 瘤	
	%	为对照的%	%	为对照的%	%	为对照的%	%	为对照的%
对照(不施鉬)	1.1	100	3.1	100	2.1	100	0.0	0.0
施鉬(1毫克/升)	1.4	127	3.8	122	3.1	148	5.5	177.4

1945年的豌豆和菜豆試驗在1946年一直繼續进行,栽培在加鉬营养液內的植株被分为兩組。其中一組植株的种子經過消毒,另一組則特意接种根瘤菌。摘收豆莢后,测定了植物体内的含鉬量(表9)。

表9 帶根瘤和不帶根瘤的豌豆和菜豆的含鉬量
(每升营养液中加入1.0毫克鉬,1945年的試驗)

試 驗 处 理	植株的風干重 (克)	含 鉬 量 (佔風干重的%)
豌 豆		
不帶根瘤的植株	11.40	5.0×10^{-2}
	9.75	5.1×10^{-2}
帶根瘤的植株	15.75	5.0×10^{-2}
菜 豆		
不帶根瘤的植株	23.10	2.1×10^{-2}
帶根瘤的植株	36.58	3.9×10^{-2}
同 上	34.62	3.1×10^{-2}

由此可以确定,根瘤存在与否对可溶性鉬的吸收是沒有影响的。

在1946年的試驗中,盆栽的豌豆和菜豆于不同時間收获,并分別地测定了植物体内的含鉬量。結果發現含鉬量在夏天有些增

加,而到秋天就降低了(表 10 和 11)。

表 10 帶根瘤和不帶根瘤的豌豆在不同發育阶段上的含鉬量

采样日期	地上部分風干重 (克)	含 鉬 量 (佔風干重的%)	根的風干重 (克)	含 鉬 量 (佔風干重的%)
帶 根 瘤 的 豌 豆				
29/7月	2.65	1.1×10^{-1}	1.14	3.7×10^{-1}
14/8月	4.42	1.3×10^{-1}	1.18	4.0×10^{-1}
7/9月	—	—	1.35	3.7×10^{-1}
20/9月	7.93	1.0×10^{-1}	1.40	3.5×10^{-1}
不 帶 根 瘤 的 豌 豆				
29/7月	2.51	7.3×10^{-2}	0.97	2.3×10^{-1}
14/8月	4.20	9.0×10^{-2}	1.26	2.7×10^{-1}
29/8月	5.68	1.2×10^{-1}	1.53	3.0×10^{-1}
7/9月	6.18	1.2×10^{-1}	—	—

表 11 帶根瘤和不帶根瘤的菜豆在不同發育阶段上含鉬量的比較

采样日期	地上部分的風干重 (克)	含 鉬 量 (佔風干重的%)	根的風干重 (克)	含 鉬 量 (佔風干重的%)
帶 根 瘤 的 菜 豆				
22/7 月	5.88	2.9×10^{-2}	1.56	1.3×10^{-1}
13/8 月	12.68	3.0×10^{-2}	—	—
7/10月	16.6	4.8×10^{-2}	2.90	5.6×10^{-2}
7/10月	17.8	4.4×10^{-2}	4.67	1.8×10^{-1}
帶 根 瘤 的 菜 豆 *				
22/7 月	5.4	2.2×10^{-2}	1.08	1.5×10^{-1}
13/8 月	13.80	2.8×10^{-2}	3.00	1.5×10^{-1}
7/10月	27.26	3.4×10^{-2}	4.72	1.4×10^{-1}
不 帶 根 瘤 的 菜 豆				
22/7 月	5.96	2.5×10^{-2}	1.24	2.0×10^{-1}
13/8 月	11.56	3.2×10^{-2}	2.60	2.8×10^{-1}
7/10月	14.68	5.8×10^{-2}	3.94	9.8×10^{-2}
7/10月	15.35	6.4×10^{-2}	3.28	3.0×10^{-1}

* 营养液中加入加倍的氮

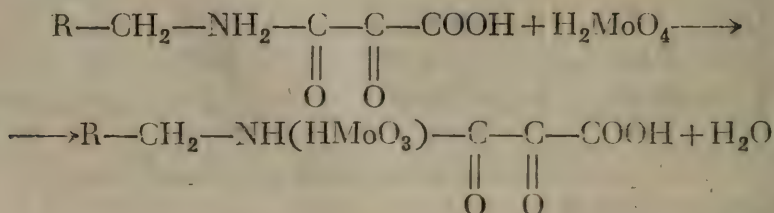
栽培在加钼的水培液中的豌豆和菜豆(1945 年每升溶液加 0.1 毫克, 1946 年則加 2.0 毫克), 对钼素的消耗同营养液中的含钼量是一致的, 最高数量达風干重的 $3.0 \times 10^{-1}\%$ 。在这样条件下, 植物根上虽有根瘤存在, 几乎对钼素的消耗沒有影响。最有价值的是在营养液中加倍施入氮量的那一組試驗中, 發現了同目前存在的最普遍的看法正相反的情况; 即营养液中加倍的含氮量对菜豆根部根瘤的發育并無影响, 而且也不能明显地改变钼素的消耗情况。

在加钼的营养液中, 不仅增加了地上部分、种子和根的产量, 而主要的是提高了植物体内的含氮量, 因此促使我們在 1947 年又进行了田間試驗, 这些試驗对解决缺钼問題, 以及我們在此时期所从事的这些問題的研究都是很需要的(我們在这方面的試驗結果詳見“生物地質化学区”一节)。

1950 年总结了研究結果, 我們可以这样說, 钼是植物有机体和动物有机体的生活和發育所必需的, 已經証明了它参与生物学固氮作用, 但研究得还不够透徹。

在 M. B. 費道罗夫(Федоров)的著作中(1948)曾提到固氮菌和高等植物根瘤菌的生物学固氮过程的化学作用, 并說明有些地方钼是有影响的。研究者認為, 钼(和硼一样)可以活躍固氮作用。他首次指出, 在固氮菌的細胞內有一种特殊的接触剂, 它参与固氮过程, 其組成內含有羰基、羧基和胺基。在 M. B. 費道罗夫的著作中(1948)也曾提到固氮过程的方程式, 其中有一个阶段有钼参加, 因而使固氮率提高了 1 倍。

当氧化剂进入接触酶分子中的活性基时, 由于碳—氮原子間的双鍵很容易振动, 便有利于在氮原子上起氧化作用:



M. B. 費道罗夫在其專題論文中認為鉬(像硼一樣)要起着更大的作用,它不仅是簡單地参与固氮过程,也可能影响到固氮菌和高等植物細胞內酶的物理、化学状态,加强各种过程,其中也包括原生質的合成过程在內。

其他研究者的著作証實了我們所得到的豆科植物累积氮素与营养液中加鉬量有关的結果。它們都是繼什欽別尔格之后,說明鉬在氮素代謝过程中有还原作用的一些著作(1937)。在大麦和番茄的試驗中証明,营养液中如果缺鉬,即使有硝酸鹽,植物也会死亡;而且缺鉬症狀很像缺氮时的样子。但以氨鹽为供試植株的氮源时,就不会看到这种現象。在缺素的番茄和大麦的莖叶中,对各种氮素进行測定証明,营养液中缺鉬会使硝酸鹽累积在植物体内,而不能合成蛋白質,也就是說植物仍会感到缺氮。

当然,这些有价值的試驗仍需进一步加以驗證,并繼續进行下去。

我們在研究鉬的生物学作用时,要像研究别的化学元素一样,不能脫离其他化学元素而只研究这一种元素的作用。最近又出版一批論著,述說了鉬和其他参与有机体生命过程的化学元素的关系。

我們現在才知道,鉬化物对乳牛的毒害影响能破坏牠們的銅素代謝。但在牲畜的食料內加入綠矾后,就可以使进入有机体内的鉬量不致減少而治好牲畜的这种疾病。

虽然銅与鉬在动物有机体内的这种相互作用有不容怀疑的实际科学价值,但这种作用还很少研究过。

随着食料大量地进入动物有机体内(家鼠)的鉬,其另一个不良影响就是它能代替动物骨骼中的磷,而使骨骼的正常生長停止或受到破坏[科馬尔(Comar)等人,1949]。

鉬在植物氮素代謝中的双重作用的研究已經达到某种程度,但植物体内的硝酸鹽还原时,能否用硫来代替鉬的問題还未解决。

最近所出版的一批論著証明,当植物和土壤缺乏某种無机元素时,鉬对大田作物有着更广泛,但不是經常的直接作用。例如,施鉬

于土中可以減輕,甚而消除由缺鉄所引起的失綠病。在酸土上,由于錳、鋅、銅、鈷、鎳等化学元素中有一种过多而引起失綠病时,將鉬施到土中最为有效。像以往所記載的錳素过多情况一样,在維克多利亞(Виктория)的酸土上所發生的亞麻病害,很可能是植物在这种土壤上吸收不到过少的鉬所致。当土壤內施入鉬化物后,就看不到这种病害了[米里坎(Millikan),1948]。

研究鉬素生物学作用的工作还只是剛剛开始。在这方面采用放射性同位素鉬—— Mo^{99} 和 Mo^{99} [半衰期分別为 6.7 和 67 小时]会有很大的帮助。

运用示踪原子法可以看到鉬在植物体内的分佈情况,并証实用相当困难和复杂的化学分析法所得到的資料。可以这样肯定,缺鉬或剛剛感到鉬素不足的植物,在施用鉬素之后,就把这些元素累积在感染了失綠病的叶子里。另外又發現一件有趣的事实;即鉬素在莖、叶內累积的速度要決定于营养液中有没有磷离子。此外还确定,鉬素是累积在失水最多的部位——即叶孔周圍[斯塔烏特和米格尔(Мигер),1948]。

随着这种新研究法的采用,将会更快和更精确地解决有关研究鉬素在植物体和各种动物体内的机能問題。

参 考 文 献

- Бобко Е. В. и Савина А. Г. 1940. Значение Мо для развития растений. Докл. АН СССР, 29, № 7.
- Виноградов А. П. 1935. Химический элементарный состав организмов и периодическая система Менделеева. Тр. Биогсохимич. лабор., т. III.
- Виноградов А. П. 1938. Биогеохимические провинции и эндемии. Докл. АН СССР, 18, № 4—5.
- Виноградов А. П. 1943. Биогеохимические провинции. Тр. Юбилейной сессии АН СССР (100-летие со дня рождения В. В. Докучаева).
- Виноградов А. П. и Виноградова Х. Г. Молибден в почвах СССР. Докл. АН СССР, 62, № 5.
- Виноградов А. П. 1950. Геохимия редких и рассеянных химических эле-

- ментов в почвах, М.
- Виноградова Х. Г. 1943. О содержании молибдена в растениях семейства Leguminosae. Докл. АН СССР, 40, № 1.
- Виноградова Х. Г. и Дробков А. А. 1949. О возможной связи недостатка Мо и так называемого «клевероутомления». Докл. АН СССР, 68, № 2.
- Виноградова Х. Г. 1950. Определение малых количеств молибдена в почвах, растительных и животных организмах. Сб «Методы определения микроэлементов», М.—Л. Изд. АН СССР.
- Дмитриев К. А. 1938. Новый прием повышения семенной продукции красного клевера. Проблемы животноводства, 7, № 5.
- Дмитриев. 1939. Влияние микроэлементов на получение семян и сена красного клевера. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 10.
- Матушвили С. И. 1947. О влиянии В и Мо на морфологические свойства *Azotobacter chroococcum*. Журн. Микробиология, XVI, вып. 1.
- Мошков Б. С. 1939. Фотопериодизм и симбиоз бобовых растений с азотусвояющими бактериями. Докл. АН СССР, т. XXII, № 4.
- Образцова А. и др. 1937. Микроэлементы как фактор, повышающий эффективность нитрагина. «Микробиология», т. VI.
- Работнова И. Л. 1940. Новые исследования физиологии клубеньковых бактерий. «Микробиология», т. IX, вып. 5.
- Федоров М. В. 1948. Биологическая фиксация азота атмосферы.
- Чириков Ф. В. 1915. Возбудители роста. Из результатов вегетационных опытов. Тр. Петровско-Разумовской с.-х. акад., т. IX.
- Anderson A. J. 1948. Molybdenum and other fertilizers in pasture development on the southern tablelands of New South Wales. J. Australian Inst. Agr. Sci., 14, N 1.
- Anderson A. J. a. Oertel A. C. 1946. Factors affecting the response of plants to molybdenum. Australia, Council Sci. Ind. Research, Bull., N198.
- Anderson D. I. 1940. The essential nature of molybdenum for the growth of higher plants, Chron. Botan., 6.
- Barshad I. 1948. Molybdenum content of pasture plants in relation to toxicity to cattle. Soil Sci., 66, N 3.
- Bertrand D. Sur la diffusion du molybdène dans la terre arable et dans l'eau de mer. C. R. 211, N 48.
- Bertrand D. 1940. Sur le molybdène des nodosités de légumineuses. C. R. 211, N 24.
- Bertrand D. 1940. Contribution à l'étude de la diffusion du molybdène chez les végétaux. Annales de l'Institut Pasteur, T. 64, N 1.

- Bortels H. 1930. Molybdän als katalysator bei der biologischen Stickstoffbindung. Arch. Mikrobiol. I.
- Bortels H. 1940. Importance of Mo for N-fixing Nostocaceae. Arch. Mikrobiol. II, 155—185.
- Britton J. W. a. Goss H. 1946. Chronic molybdenum poisoning in cattle. (Univ. Calif.) Journ. Amer. Vet. Med. Assoc., 108.
- Comar C. L., Singer L. a. Davis G. K. 1949. Molybdenum metabolism and interrelationships with copper and phosphorus. The Journ. of Biol. Chem. 180, N 2.
- Davies E. B. 1945. Molybdenum deficiency in New Zealand. Nature 156.
- Denny F. E. Advances on Botany. Ind. Eng. Chem., new series, 17.
- Ferguson W. S., Lewis A. H. a. Watson S. J. 1940. The teart pastures of Somerset, cause of teartness and its prevention. Imp. Chem. Industries, Jealott's hill Research Sta. Bull. N 1. 28.
- Fricke E. F. 1947. Molybdenum deficiency in oats. J. Amst. Inst. Agric. Sci. 13.
- Hoagland D. R. 1945. Molybdenum in relation to plant growth. Soil Sci. 60.
- Konishi K. a. Toshihisa Tsuge. 1936. Mineral matters of certain leguminous crops. I. Inorganic constituents of underground plant parts of certain leguminous crops. Mem. Coll. Agr. Kyoto. Imp. Univ. N 37. (Chem. Ser. N. 20).
- Lewis A. H. 1943. The teart pastures of Somerset. II. Relation between soil and teartness. The Journ. of Agricultural science, vol. 33, part I.
- Lewis A. H. 1943. The teart pastures of Somerset. III. Reducing the teartness of pasture herbage. The Journ. of Agric. science, v. 33.
- Millikan C. R. 1943. Antagonism between Molybdenum and certain heavy Metals in plant nutrition. Nature, 161, N. 4092.
- Mitchell K. J. 1945. Use of ammonium molybdate to control whiptail in cauliflower and broccol crops. New Zealand. J. Sci. Tech. 27A.
- Nulder E. G. 1943. Importance of molybdenum in the Nitrogen Metabolism of Microorganisms and Higher plants. Plant a. Soil, I, N. 1.
- Oertel A. B., Prescott J. A. a. Stephees C. G. 1946. The influence of soil reaction on the availability of molybdenum to subterranean clover. Australian J. Sci., 9.
- Piper C. S. 1940. Molybdenum as an essential element for plant growth. J. Australian Inst. Agr. Sci., 6.
- Robinson W. O. 1945. Determination of V and Mo in soils. Soil Sci. 59, N 1.
- Robinson W. O. 1948. The presence and determination of molybdenum

- and raze earths in phosphyte rocks. Soil Sci. vol. 66, N 4.
- Robinson W. O. a. Edgington Glen. 1948. Toxic aspect of molybdenum in vegetation. Soil Sci. vol. 66, N 5.
- Stanfield K. E. 1935. Determination of molybdenum in plants a. soils. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 7, 273, N 4.
- Steinberg Robert A. 1937. Role of Mo in the utilization of ammonium and nitrate nitrogen by *Aspergillus niger*. Journ. of agricult. Res. Vol. 55, N 12.
- Stout P. R. a. W. R. Meagher. 1948. Studies of the Molybdenum Nutrition of plants with radioactive Molybdenum. Science 103, N. 2809.
- Sundara Rao A. L. 1940. Distribution of trace elements in biological material. J. Indian Chem. Soc., 17.
- Ter-Meulen H. 1931. Sur la répartition du Mo dans la nature. Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas Tome L/4 Serie, T. XII.
- Walker Richard B. 1948. Molybdenum Deficiency in Serpentine Barren soils. Science 103, N 2809.
- Wallace T. 1946. Mineral deficiencies in plants. Endeavour 5.
- Warrington Katherine. 1946. Molybdenum as a factor in the nutrition of lettuce. Ann. Applied Biol. 33.

[邓鸿举译 车浚霖校]

銅对植物的生理意义及其对于产量的影响

M. M. 奧昆錯夫

近几年来,学者們都很注意研究微量元素特别是銅在有机体生活中的意义的問題。在B.И.維尔納德斯基院士的卓越工作以后才开始了解到,微量元素在植物有机体和动物有机体的生活中,和其他多量元素有着同样重要的意义。已經确定,在有机体的成分中含有全部92种化学元素,而每一种元素在动物有机体和植物有机体的生活中都起有一定的生理作用。

銅也是植物的营养元素,它不能被其他任何化学元素所代替。

土壤中的含銅量平均約为 $10^{-3}\%$ 。在最肥沃的土壤內(黑鈣土),銅的含量要比其他土壤內多一些。沒有生产效能的泥炭、沼澤土含銅最少。当泥炭、沼澤土的含銅量低于 $1-2 \times 10^{-3}\%$ 时,生長在其上的植物就会因为缺銅而感染所謂“加工病”。在上述儲存有大量的氮素和腐殖質、并有充足水分的土壤內施用銅肥会使它們更加肥沃。

根据A.П.維諾格拉多夫(Виноградов)的資料(1935),陆生生活物質平均含銅 $1 \times 10^{-4}\%$ 。銅在植物体内的数量决定于其在土壤中的含量。例如,根据我們的資料,馬鈴薯塊莖中的含銅量10天內的变化幅度为 $4.7 \times 10^{-5}\%$ 到 $5.4 \times 10^{-4}\%$,是依賴于土壤中的含銅量的。

銅对植物的生長有良好的影响。不同类型的植物对于环境中銅的濃度也有不同的反应。藻类对銅最敏感,其次是高等植物;真菌对銅最不敏感。至于銅的殺菌作用,我們認為并不是銅直接殺死了寄生真菌,而同时又不伤害植物,因为真菌能比高等植物忍受更高濃度

的銅。假如用銅液處理植物時，植物沒有死亡的話，那麼，就更不是由於銅的直接作用而殺死了寄生真菌，真菌一般要比有葉綠素的植物更能抵抗銅。據根以上所述，我們寧願同意另外一種看法，即用銅液進行處理可以增強植物對真菌病害的抵抗力。植物體內缺銅將使一系列的生理過程遭到破壞，顯然，植物也會因此而更容易感染真菌病害。

缺銅能引起植物的發育不正常，其表現出來的症狀是：生長停滯，葉色失綠，失去細胞彈性而萎縮，花序抽出得晚，開花延遲或根本不開花，產量降低或植株死亡。我們還發現了一個新的缺銅症狀：當為試驗缺銅而栽培植株時，小麥的幼苗大量地發生葉尖滴水；但施用銅肥即可顯著地減輕葉尖滴水作用（гуттация）。

上述的缺銅症狀表明銅對植物有重大的生理意義。植物的代謝作用在缺銅時會受到猛烈的破壞。特別有意思的是銅對於葉綠素的影響；葉綠素是植物生活中的一種極重要的物質，它的活動性直接關係到植物的生產力。銅對於葉綠素的影響與葉內所有的銅幾乎都集中在葉綠素里這一點是有直接聯系的。目前對於缺銅時葉色失綠的原因有不同的看法。其中最普遍的是認為銅影響到葉綠素的合成作用，因此，缺銅就會引起葉色失綠。另外一個假想是認為銅可以防止葉綠素破壞，使它趨於穩定。Г. В. 札布路達（1938）認為，銅影響到葉綠素的形成，並可以使它穩定起來。關於銅對葉綠素有穩定作用的影響，作者解釋為在這種情況下，由於提高了植物的生命活動力，防止了衰老現象的緣故。

我們曾經在研究銅對葉綠素影響的試驗中證明，生長在礦質土壤上的植物，在有銅的時候，其體內葉綠素的含量增加了60%。在泥炭-沼澤土壤上，由於銅的影響使葉綠素增加200%，在對照內，葉綠素隨後就完全消失了。根據這些試驗我們可以得出結論說，在加入銅後，植物葉內葉綠素即增加時，說明土壤中缺銅。

為了闡明銅對葉綠素的作用問題，我們曾進行了一系列的試驗，其中有些試驗的結果將在下面提到。

В.Н. 柳比曼科 (Любименко, 1935) 首先証明, 叶綠素在植物体内的数量因年齡而異: 在生長初期, 叶內叶綠素随着植物年齡長大而增多。根据这一点, 我們在植物生活的前半期(幼苗时期), 当叶綠素的形成过程进行得旺盛时, 研究銅对叶綠素合成作用的影响。另外, 在植物生活的后半期, 就是在叶綠素大量分解的时候, 研究銅对叶綠素的稳定作用。

表 1 銅对禾谷类作物幼苗內叶綠素形成的影响

作 物	試 驗 处 理	叶綠素的含量(每1克活叶子所含的毫克数)
燕 麦 品 种: 基 別	复制蒸餾水	0.78
	CuSO_4 (0.000005M)	0.71
春 小 麦 品 种: 留切斯前斯 62	复制蒸餾水	0.12
	CuSO_4 (0.00001M)	0.14
大 麦	复制蒸餾水	0.46
	CuSO_4 (0.005M)	0.40

表 1 列举了銅对培植在复制蒸餾水和低濃度的硫酸銅內的禾谷类作物幼苗內叶綠素形成的影响。在所有的試驗处理內, 除 CuSO_4 (0.005M)处理外(用大麦进行的試驗), 植物都發育得正常。

上述資料表明, 銅对叶綠素在幼苗內进行得相当旺盛的形成过程沒有影响。正像我們所說明的那样, 銅并不能使失色的幼苗变綠。

为了說明銅对叶綠素的稳定作用, 我們曾在植物生活的后半期, 当叶綠素的分解过程已經相当猛烈时, 用馬鈴薯进行了試驗。銅用根外施肥法施入, 也就是用 0.0001M 的硫酸銅溶液噴洒 5 次。除了对叶綠素进行一般測定外, 我們还用 Т.Н. 郭德涅夫(Годнев)的方法闡明叶綠素的狀態。这个方法是: 从磨碎的嫩叶組織內能將所有的叶綠素用稀釋的丙酮抽提出来(植物衰老时, 只能有一部分叶綠素抽提出来, 表 2)。

試驗結果証明, 在对照的叶子內, 叶綠素分解很快, 从 7 月 18 日

表 2 銅对馬鈴薯叶内叶綠素含量的影响

分 析 日 期	对 照 的 叶 子					施銅(CuSO ₄ , 0.0001M)的叶子					
	一定重量的 叶子内叶綠 素的含量		用60%丙酮抽出的 叶綠素			一定重量的叶子 内叶綠素的含量			用60%丙酮抽出的 叶綠素		
	毫 克	%	含有 0.3 毫克叶綠 素的叶重 (克)	抽出的叶 綠素		毫 克	%	为的 对%	含有 0.3 毫克叶綠 素的叶重 (克)	抽出的叶綠 素	
	克		毫克	毫克	%	克		照	毫克	毫克	%
7月18日	0.240	100.0	375*	0.255	85.0	0.290	120.8	120.8	310*	0.270	90.0
7月28日	0.195	81.3	459	0.255	83.0	0.260	89.7	133.3	346	0.280	93.3
8月22日	0.175	72.9	514	0.205	68.3	0.255	87.9	145.7	353	0.255	85.0
8月29日	0.160	66.7	—	—	—	0.230	79.3	143.8	—	—	—
8月30日	0.135	56.3	667	0.230	76.7	0.215	74.1	159.3	419	0.260	86.7

* 取两种不同的重量

到8月30, 叶綠素的含量減少43.7%。在得到銅的叶子内也發現了叶綠素分解的現象, 不过程度上要輕得多。例如, 同期間, 由于銅的影响, 叶綠素只減少25.9%。由此可見, 銅具有一种特殊的机能, 它能使叶綠素稳定起来或是防止叶綠素破坏。由于銅对叶綠素有一种稳定的作用和使叶綠素破坏得慢一些, 因此, 我們在噴洒过硫酸銅的叶子内發現叶綠素的含量都比对照增加了一些。由于銅的影响, 使植物叶内叶綠素的含量在試驗开始时平均增加了20.8%, 而到試驗結束时达59.3%。

只要我們研究一下用60% 丙酮抽取叶綠素的資料就可以看出, 对照植株的叶子在7月18日和7月28日所产生的結果是相同的, 例如, 在上述两个日期内, 稀釋的丙酮所抽出的叶綠素都是85%, 換句話說, 叶子在此时已經显出了衰老的象征, 因为沒有把叶綠素全都抽取出来。

8月22日和31日所作的分析証明, 植物的衰老过程提前了, 因为抽取出来的叶綠素的百分比已分別減少到68.3%和76.7%。在噴洒过硫酸銅溶液的植株上也显出衰老的样子, 但比对照要輕一些;

例如在7月18日和28日抽取出来的叶绿素,不是像对照那样只有85%,而是90.0—93.3%,就是说比对照多抽出5—8%。8月22日和31日从喷洒过溶液的叶子内抽出来的叶绿素分别平均为85.0%和86.7%,就是说比对照植株的叶子多抽出16.7%和10%。由此可见,用铜来稳定叶绿素不仅延长了植物的生命,从而延长了植物光合作用的活动,同时也从生理上延迟了植物的衰老。因此,凡是用硫酸铜喷洒的植株,于8月22日和31日,在生理上仍然像对照植株在7月18日和28日那样地年青。换句话说,由于铜的影响,使植物的衰老延迟了一个多月。

因此,我们认为,植物的衰老和复壮的问题,不仅要在普通生物学方面进行研究,而且也应当从生理上加以研究;必须说明,有机体内那些物质破坏了才使它们衰老的,从而找出一些方法,能延迟有机体的衰老或阻止这些物质的破坏。

根据上述关于铜对叶绿素稳定作用的机制的假定,铜是以某种途径与植物活体内的叶绿素发生关系。例如,有人设想,铜是包括在带有叶绿素和蛋白成分的化合物内,因而为叶绿素在植物体内的高度稳定性提供了先决条件。Г.В. 札布路达(1938)认为,植物体内叶绿素的稳定性的提高,乃因铜和胶态蛋白质-色素质粒发生了化学的或生理化学的联系所致。

为了研究铜在植物活体内对叶绿素的作用机制和铜与植物体内的叶绿素可能产生的结合[А.А. 伊利娜(Ильина)和М.М. 奥昆措夫, 1947]等问题,我们曾经用光谱分析法对活的叶子和叶绿素的抽出液进行了一系列的研究,以便说明它们和铜的作用的关系。这些研究结果确定,无论在叶绿素已被铜稳定下来的活的叶子里或是在这些叶子的叶绿素抽出液里都没有发生铜与叶绿素结合的现象,叶绿素没有什么变化,仍然和原来的叶绿素一样,它的吸收光谱也和普通的一样。因此,上面所提到的假定并没有被我们的试验所证实。

我们对于用铜来稳定植物活体内叶绿素的机制有另外一些看法。这些看法都是根据最近关于叶绿素在植物体内状态的资料而提

出来的。大家都知道, В.Н. 柳比曼科(1935年)曾首先証明, 在質粒內, 色素同蛋白質有化学上的联系, 而当色素和蛋白質發生关系时, 它对光和酸也就显出稳定性。我們得出的結論是, 銅在植物体内对叶綠素的稳定作用并不是因为銅对叶綠素有直接的影响, 而是因为銅促进了蛋白質的合成作用, 从而为叶綠素的高度稳定性創造了优越的条件。

И.В. 莫索洛夫(Мосолов, 1948)报导說, 施用銅肥可以增加植物体内蛋白質的数量。

我們曾經和 Р.В. 格拉茲珂娃(Глазкова)一起进行了一些研究, 所得資料是說明銅对于阿万加尔德(Авангард)冬黑麦的幼苗內蛋白質代謝的影响(表 3)。作物是栽培在未施銅肥, 并且是沒有生产效能的納雷姆泥炭土上(нарымский торфяник) [奧昆錯夫和叶利謝耶娃(Елисеева), 1948]。

銅对冬黑麦幼苗內蛋白質含量的影响如下所示:

試驗处理	蛋白質的含量(%)
对照.....	4.82
CuSO_4 (1公斤泥炭)	
0.1克.....	5.30
1.0克.....	5.44
25.0克.....	5.98

在泥炭內施用上述三种用量的銅素都能使幼苗內蛋白質的含量有一定的增加。

为了闡明銅在植物体内对叶綠素稳定作用的实質, 我們曾經配合 О.Ф. 阿克森諾娃(Аксенова)的工作进行了試驗, 以便說明叶綠素蛋白在叶內的变动与銅肥作用之間的关系。將植物栽培在盆鉢內, 盆中裝着沒有生产效能的, 而且是不含銅素的泥炭、沼澤土。另外, 我們又把植物放在黑暗里, 以便加速叶綠素的破坏(表 3)。

分析資料証明, 叶綠素的含量与蛋白質之間有直接的依賴关系。例如, 把植物放在黑暗里时, 幼苗內蛋白質的数量就減少了。同样, 蛋白質的数量減少时, 也發現叶綠素的含量降低了。在得到銅素的

表 3 銅对春小麦內叶綠素和蛋白質含量的影响

分析日期	試 驗 条 件	叶 綠 素 的 含 量			蛋 白 質 的 含 量		
		对 照	硫酸銅	为对照的%	对 照	硫酸銅	为对照的%
8 月 7 日	陽光下的植株	11.79	12.80	108	152.03	184.05	121
8 月12日	放在黑暗里 5 天后的植株	8.31	10.32	124	134.32	153.81	114
8 月17日	放在黑暗里10天后的植株	3.14	6.31	201	94.26	120.80	128

植物內,蛋白質減少的速度要大大地低于对照植株內減少的速度,在对照內,把植株放在黑暗里 10 天之后,其体内蛋白質的数量就很显著地降低下来。由于減少了蛋白質的数量,使叶綠素的含量也降低了,在得到銅素的植株內也發現了这种情况。但在对照植株內,叶綠素減少的速度要比施用銅肥的快一些。如果把沒有得到銅素的植株放在黑暗里 10 天,那末,植物体内的叶綠素也会像蛋白質那样剧烈地降低下去。

上述資料再一次証实了銅对叶綠素的稳定作用,同时也从实验上确証了关于用銅来稳定叶綠素的实質的假定。根据我們的看法,認為是由于銅加强了氧化过程和植物的呼吸作用,因而促进了蛋白質的合成作用。当活的質粒內有过多的蛋白質时,色素就会和蛋白質發生关系,从而使它显出高度的稳定性,并因此提高了叶子和整个植株的生命活动力。

我們認為,文献上关于銅对光合作用影响的資料之所以相互矛盾乃因通常都是在藻类的試驗中来試驗銅的有毒的濃度。此外,从那些用波尔多液噴射植物叶子的試驗內所得到的資料也不能令人置信,因为在这种情况下,鈣也有影响,而且波尔多液干燥后所結成的硬膜遮盖了叶子,使气体交换感到困难,因而不能得到正确的結果。

在我們的試驗中(奧昆錯夫,1946),施銅虽然使植物体内叶綠素的含量增加了,但对光合作用的强度却没有什么影响。叶綠素由于

銅的影响而增加数量与光合作用之間并没有直接的依賴关系，正如大家所知道的，这一点不是像我們所意料的那样。例如，B.H. 柳比曼科(1935)指出，叶綠素的含量与光合作用的强度没有直接的依賴关系。文献中現有的資料都說明，在严重缺銅时会使光合作用停滯。在这种情况下，光合作用被削弱显然是由極端缺銅所引起的，因而使許多与光合作用可能有联系的生理过程都受到严重的病理破坏。

我們关于在銅的影响下，叶綠素含量的增加与光合作用之間没有直接依賴关系的結論，完全是根据我們和 P.B. 格拉茲珂娃一起进行試驗时所得到的資料而得出来的，在这个試驗中研究了銅对冬黑麦幼苗內还原糖的作用(冬黑麦是栽培在施用銅肥的泥炭、沼澤土上)。現將这些資料引証如下：

試驗处理	幼苗內的含糖量(%)
对照.....	2.01
CuSO ₄ (1公斤泥炭)	
0.1 克.....	1.64
1.0 克.....	1.60
5.0 克.....	1.52

从試驗結果中可以看出，由于銅的影响，使栽培在沒有生产效能的，且未施銅的泥炭、沼澤土上的幼苗內，还原糖类的数量略有減少。还原糖由于銅的影响而減少的原因是因为銅存在于含銅氧化酶的組成內，加强了植物的呼吸作用，从而也加快了糖类代謝的速度。M.Я. 什科里尼克(1950)引用的資料表明，施用銅肥时，在收获的种子內，可溶性糖类和淀粉的含量都显著地增加了。虽然銅对光合作用沒有直接的影响，但它显然可以加强呼吸作用的强度和增加蛋白質的数量(从而保护了叶綠素)，因此，提高了叶子的生命活动力，延長了其光合作用的活动，以致終于使种子的产量和种子內糖类的含量都增加了。

前面曾經提到，我們發現了一个新的植物缺銅的症狀，就是幼苗在这时大量地从叶尖滴水。如供給植物以銅素就会显著減輕叶尖滴水作用。正如試驗所証明，由于銅的影响，使这个作用減輕，必然会

同时使气孔张开而加强蒸腾作用。

既然铜是含铜氧化酶的组成成分,那么,它对呼吸过程就应当有一定的影响。Д.М.米赫林(Михлин)和П.А.科列斯尼科娃(Колесникова, 1947)报导说,在植物界内,多酚氧化酶体系对于实现呼吸过程有重大的意义,而在我们所研究的几种作物内,都遍佈这种酶体系。根据两位作者的报导,甜菜叶子的呼吸作用有 80% 要靠多酚氧化酶体系来实现。

我们也曾研究了铜对高等植物呼吸作用的影响。铜是用根外施肥方法施用的,即用硫酸铜溶液(0.001M)喷射叶子或是把叶子在硫酸铜溶液里(0.0002M)浸 1 分钟。呼吸强度是用瓦尔布尔格氏(Варбург)器测定的。表 4 所列的即为呼吸强度的资料。

表 4 铜对植物呼吸强度的影响

作物	用溶液处理叶子的日期	分析日期 (1946年)	试 验 条 件	呼 呼 强 度	
				2克活的叶子呼出CO ₂ 的毫克数	为对照的百分数(%)
馬鈴薯	8月9、13、17、24日和9月4日	9月19日	对照	1.73	100.00
			用CuSO ₄ 溶液(0.001M)喷洒 5 次	2.46	142.19
蚕 豆	9月1日	9月9日	对照	2.04	100.00
			把叶子放在CuSO ₄ 溶液中(0.0002M)浸 1 次	2.30	112.74
蚕 豆	9月1、12、14、16日	9月18日	对照	1.66	100.00
			把叶子放在CuSO ₄ 溶液中(0.0002M)浸 4 次	2.17	130.72

試驗結果証明,施到叶内的铜是完全稳定的,而显著地增加了呼吸作用。

例如,馬鈴薯的叶子用硫酸铜溶液(0.001M)喷射 5 次时,呼吸强度就比对照增加 42.19%。在豆科植物方面,施铜于叶内也可以增加呼吸的强度,并且在呼吸强度和施铜量之間还发现有直接的依赖关系。例如,把叶子放在硫酸铜溶液内(0.0002M)浸 1 次时,呼吸强度比对照增加 12.74%,而把叶子放在铜液内浸 4 次时,呼吸强度就

比对照增加 30.72%。我們所得到的、关于銅对加强呼吸作用有良好影响的資料說明，含銅氧化酶在植物的呼吸过程上有很重大的意义。

上述关于銅对加强植物呼吸作用影响的資料，以及銅对增加植物体内蛋白質数量(从而使叶綠素稳定下来)影响的資料都可以使我們作出如下的結論：銅可以延迟植物的衰老，因为它可以提高呼吸强度，增加蛋白質的含量，大家知道，这些都是幼嫩有机体所具有的特性，相反地，对于正在衰老的有机体來說，其特点則是呼吸强度降低，蛋白質的含量減少。

大家知道，銅在提高植物对真菌病害的抵抗力上有良好的影响。根据我們的意見，認為这种情况是由于在銅的影响下，提高了呼吸强度，加强了蛋白質的合成作用，从而使植物总的抵抗力也增强了。例如，我們(奧昆錯夫，1938年)曾經証明，銅可以增加植物的抗旱性。关于这一点，М.Я. 什科里尼克(1950)也报导过。最后，我們想簡短地談一談由于銅的影响而提高了叶綠素的稳定性的問題，發生这种情况是因为加强了蛋白質合成作用的緣故，这已經被我們的試驗所証实了。我們基于这一点可以驗証一下，銅对于植物的抗寒力有沒有影响。如我們的試驗[奧昆錯夫，1949；М.М. 奧昆錯夫和 М.Н. 西列娃(Силева)，1950]所証明，施銅于土壤內，以及在种子春化时，用根外施肥法將銅施在种子內，对于提高植物的抗寒力均有显著的影响。

上述一切都指明了，銅在一系列直接影响植物产量的生理过程中起着重大作用。由此可見，銅肥在农業實踐中应具有重要的意义。

在苏联，有許多泥炭、沼澤土都需要銅肥。富含碳酸鈣的土壤也同样需要銅肥。根据我們的資料，在某些西伯利亞的土壤上，于播种前种子春化时，用銅来給种子拌肥得到了良好的結果。我国有广大面积的泥炭沼澤土。这些土壤都是極宝贵的农業用地的資源。在白俄罗斯，利用施銅肥的方法已开垦成功 700 万公頃的农業用泥炭沼澤地。在俄罗斯苏維埃联邦社会主义共和国的欧洲部分。在烏克蘭

以及苏联的其他地区都有大面积的沼澤地。在西伯利亞，仅瓦修加尼亞 (Васюганья) 一个地方的面积即將近 6,230,000 公頃。根据我們的資料(奥昆錯夫和叶利謝耶娃, 1948), 納雷姆泥炭沼澤土也需要施用銅肥。

不同作物对缺銅的反应也不一样。小麦对缺銅有很大的敏感性，其次是大麦和燕麦。黑麦对銅的反应程度不大。在泥炭、沼澤土上栽培橡膠草时，它对銅肥的感应極强。在泥炭、沼澤土和其他土壤上栽培亞蕨、大蕨、棉花、黍子和紅車軸草等作物时，对銅肥也有良好的反应。根据 К.Т. 苏霍路科娃(Сухорукова) 和 И.М. 舒契克(Щучко) 的資料，在泥炭、沼澤土上給馬鈴薯施用銅肥虽然也能产生良好的結果，但馬鈴薯是不太需要銅肥的。

銅是一种肥料，它有良好的作用，呈可溶状态或不溶状态。最有前途的銅肥是黃鉄矿渣——硫酸工業的廢品。銅肥作用的期限尚未确定。但在泥炭、沼澤土上，無論何时，銅肥的效用在多年之內也未見削弱。銅肥的施用量需視土壤性質而定。在泥炭、沼澤土上，每公頃平均应按 6 公斤銅来施用。

可以利用三种方法將銅施在植株內：1) 用銅作肥料施在土壤內，通过根系吸收；2) 用低濃度的銅鹽溶液噴射植物的叶子；3) 在种子春化时，用銅鹽溶液給种子拌肥。最后一种方法我們曾經在西伯利亞的某些土壤上采用成功。这种方法很簡單，我們已詳細地談过了(奥昆錯夫, 1938年)。

根据上述在播种前用銅素給种子拌肥可以提高冬小麦和黑麦抗寒力的資料，从可能提高冬作物抗寒力的观点来看，这个方法是具有实际价值的。

参 考 文 献

- Виноградов А. П. 1935. Химический элементарный состав организмов и периодическая система Д. И. Менделеева. Тр. Биогосхимич. лабор. АН СССР. т. III.

- Заблуда Г. В. 1938, Физиологическое действие меди на растение. Тр. Чувашского с.-х. ин-та, т. I, вып. 1.
- Ильина А. А. и Окунцов М. М. 1947. Влияние меди на спектр поглощения листьев. Рефераты научно-исслед. работ за 1945 г. Отд. биол. наук АН СССР.
- Любименко В. Н. 1935. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. Л.
- Михлин Д. М. и Колесникова П. А. 1947. О дыхательных системах растений. «Биохимия», т. 12, вып. 5.
- Мосолов И. В. 1948. Некоторые особенности азотистого обмена в растении при отсутствии меди в почве. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 6,
- Окунцов М. М. 1938. Химическая стимуляция растений солями тяжелых металлов. II. Томский гос. ун-т. Тр. Биологич. ин-та, т. V.
- Окунцов М. М. 1946а. Влияние меди на фотосинтез и дыхание растений. Докл. АН СССР, т. 54, № 8.
- Окунцов М. М. 1946б. Влияние меди на состояние хлорофилла и стресс растений. Докл. АН СССР, т. 54, № 9.
- Окунцов М. М. 1947. Влияние меди на образование хлорофилла. Докл. АН СССР, т. 57, № 4,
- Окунцов М. М. 1949. Физиологическое значение меди для растений и применение медных удобрений в практике сельского хозяйства. Автореферат докторской диссертации. Изд. Томского ун-та.
- Окунцов М. М. и Елисеева В. М. 1948. Причины непродуктивности некоторых торфяно-болотных почв в Сибири. Ученые зап. Томского гос. ун-та, № 10.
- Окунцов М. М. и Силева Н. М. 1950. Метод повышения холодостойкости озимых хлебов. Ученые зап. Томского гос. ун-та, № 13.
- Ферсман А. Е. 1934. Геохимия, т. II.
- Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. М.—Л.

[邓鸿举译 楊春明校]

銅对馬鈴薯的生長和發育的影响

H. C. 阿尔漢捷里斯卡婭

“綠色植物的这个最普遍的特性是了解植物在自然界中的主要和宇宙作用的鑰匙。”

(K. A. 季米里亞捷夫：“太陽、生活和叶綠素”，1948年，第116頁)

植物从土壤中或在根外追肥时吸收的銅，可以使叶子的綠色加深，使叶綠素稳定；防止叶綠質粒衰老，从而延長了叶子的寿命。許多研究的結果都証明了这一点（1946年奧昆錯夫，1949年阿尔漢捷里斯卡婭等）。

还在19世紀末叶，就已經發現对某些植物噴洒波尔多液，能够加深綠色，延長植物的生长期，提高植物的产量。根据深入研究的結果，科学家們得出了这样的結論：波尔多液中的銅，对于植物有良好的影响。

銅多半集中在植物体最重要的部位內；主要是生長点和胚胎內。

1933年庫包維奇和捷依林在馬鈴薯中發現了銅-蛋白質，它包含在馬鈴薯的氧化剂系統內，是氧化酶的一种，称为多酚氧化酶。在其中，銅与蛋白質牢固地結合在一起。

根据許多学者的研究（如奧巴林，1935；米赫林，1947等等）証明，在植物界中，多酚氧化酶有很重要的作用。

根据許多作者記載的材料証明，酶綜合体内的銅能够改善植物的碳水化合物和蛋白氮的代謝作用（1949年什科里尼克等）。为了更清楚地了解銅对某种植物体的作用，必須知道这种元素通过植物生

長的土壤环境,对植物所發生的影响。И. Н. 安齐波夫—卡拉塔耶夫(1947)和 А. П. 維諾格拉多夫(1940)在自己的工作中証明:不同土壤不仅含有不同数量的銅,就是同一种土壤的不同土壤剖面內,銅的分佈也不一样。紅壤含銅量最多,而灰化土則最少。强烈腐殖化的土壤与銅的結合最穩固,因此在泥炭土上,植物常感缺銅。从土壤剖面来看,以 B 層的含銅量較多, A 層則較少。

馬鈴薯栽培研究所曾經在兩種土壤上:沙土(1946—1948)和泥炭土(1948—1949)。研究了銅对馬鈴薯的影响。在沙土上,銅是用兩種方法施用的;一种是以 NPK 作底肥,于馬鈴薯栽植前每穴施用 0.5 克 CuSO_4 ;另一种是用根外施肥法,即在植物已經長大时(孕蕾初期)噴射溶液,通过叶子被植物吸收。整个生长期內用毫克分子 CuSO_4 溶液(約 160 毫克/公升)噴射 5—6 次。

試驗小区的面积为 28 平方米;重复 4 次。行株距为 70×35 厘米。底肥采用酸性肥料:硫酸銨,过磷酸鹽和氯化鉀。馬鈴薯品种是罗尔赫(表 1)。

每年从 8 月 5 日到 8 月 15 日檢查罹病率,三年的檢查結果确定,在沙土地上用根外施肥法施銅,能增强馬鈴薯对各种病害的抵抗力;特別是在噴射銅以后,大大地減輕了馬鈴薯疫病的感染程度(表 1)。

表 1 銅对馬鈴薯莖叶罹病率的影响

(1946—1948 年的平均統計材料%)

試 驗 处 理	黑 斑		尖端变褐色	疫 病
	I 級	II 級		
NPK 为底肥	36	5	23	70
NPK+銅(播种时施到塊莖下 每穴用 CuSO_4 0.5 克)——	28	12	15	50
NPK + 用水 噴射莖叶——	44	6	40	40
NPK + CuSO_4 用毫克分子溶液 噴射莖叶——	33	1	11	5

在根外追施銅肥的处理內,不仅改善了整个植株的狀況,而且也

提高了塊莖的产量(三年內的平均增产量为 19%)。在沙土地上,把銅肥直接施在塊莖下,并不能減輕馬鈴薯莖叶的病害;而且也沒有使塊莖产量增加很多(表 2)。

表 2 銅对馬鈴薯产量的影响
(沙土,1946—1948 年的平均材料)

試 驗 处 理	产 量		淀粉的含量	大塊莖的数量
	公担/公頃	为对照的%	(%)	(%)
NPK 为底肥	174	100	13.2	66
NPK + 銅(播种时施到塊莖下,每穴施 0.5 克 CuSO_4)	183	105	12.8	76
NPK + 用水噴射莖叶	161	100	13.3	64
NPK + CuSO_4 (用毫克分子銅液噴射莖叶)	192	119	13.6	72

如上表所示,把銅施到土壤里,不能使产量增加很多;但用低濃度的銅液噴洒馬鈴薯的莖叶,則使产量显著增加。我們發現,用根外施肥法施銅时,可以提高馬鈴薯的商品率(即大塊莖的数量增加了)。把銅施到土壤內的試驗处理中,馬鈴薯的淀粉含量略有降低,而在根外追肥的試驗处理內,淀粉含量則稍有增加。

用銅液噴射数次之后,發現馬鈴薯的叶子变成深綠色。根据表 3 用 1 克干物質測定馬鈴薯叶中的叶綠素 含量和呼吸强度的結果

(1948 年試驗,8 月 15 日測定)

試 驗 处 理	叶中叶綠素的含量	1 小时內放出的 CO_2
	毫	克
NPK 作底肥	0.136	26.5
NPK + 銅(播种时施在塊莖下,每穴用 0.5 克 CuSO_4)	0.186	27.0
NPK + 用水噴射莖叶	0.146	26.0
NPK + CuSO_4 (用毫克分子銅溶液噴射莖叶)	0.255	30.7

8月15日測定叶綠素的結果証明,用銅液噴洒的馬鈴薯,叶內的叶綠素含量最多。在施銅的处理中,植物叶子的呼吸强度也較高(表3)。

在沙土地上,用銅进行根外追肥,效果很显著。在泥炭地上也研究了这种元素的作用。

在泥炭地上所做的銅对馬鈴薯影响的試驗,不仅將銅直接施在塊莖下,或用噴射的方法施銅,而且也采用了浸泡馬鈴薯塊莖的方法,就是在栽植前將塊莖放在毫克分子硫酸銅溶液內泡8小时。

这几种試驗所用的馬鈴薯品种都是爱波龙。最后一个处理內的馬鈴薯,出苗較其他处理迟三天。但以后到8月时,这个处理內的植株在生長上赶上了其他处理。

該处理內的馬鈴薯有如下特点:即叶色較深,芽眼非常明显,沒有病而且生長期較長(表4)。

表4 在泥炭地上馬鈴薯植株的高度
(30株的平均数)

試 驗 处 理	7月2日	7月12日	8月25日
	高 度		
NPK为底肥	11	21	61
NPK+銅(播种时施到塊莖下,每穴施0.5克 CuSO_4)	10	21	62
NPK+用水噴射莖叶	9	20	59
NPK+ CuSO_4 (用毫克分子銅溶液噴洒莖叶)	3	16	58

在各試驗处理中,均于莖叶死亡时收穫,产量結果証明,在泥炭地上,無論用何种方法施用銅肥都是有效的(表5)。

栽植前以低濃度硫酸銅溶液浸泡塊莖,由于銅对發芽塊莖的影响,使处理效果最显著。在各处理中,馬鈴薯叶中的叶綠素含量很不一致;其中以栽植前浸泡塊莖的处理最多,比对照多1倍(表6)。

从表6可以看出,最后一个处理中的植株,即在栽植前用低濃度硫酸銅溶液浸泡塊莖的植株沒有感染疫病。

表 5 銅对馬鈴薯产量的影响
(泥炭地, 1948—1949 年的材料)

試 驗 处 理	产 量	
	公担/公頃	为对照的(%)
NPK 为底肥	197	100
NPK + CuSO ₄		
施到土內	214	109
噴射莖叶	223	113
栽植前浸泡塊莖	230	117

表 6 在泥炭地上銅对馬鈴薯叶中叶綠素含量及馬鈴薯疫病罹病率的影响
(1948 年的試驗)

試 驗 处 理	叶中叶綠素的含量 (毫克)	感染疫病的塊莖数 (%)
NPK 作底肥	0.170	28
NPK + CuSO ₄		
施到土中	0.190	8
噴射莖叶	0.220	5
浸泡塊莖	0.320	—

这个方法很簡單,也很容易在生产中推广,只要把浸塊莖用的溶液中銅的用量研究好就可以了。

1950 年,在沙土地上研究了栽植前用低濃度銅溶液浸泡馬鈴薯塊莖的作用。用銅量分三种:即 1 公升溶液用 80, 160 和 240 毫克 CuSO₄(表 7)。

在 1950 年的試驗內,銅的效果不如以前几年,这是因为:1)根据許多資料証明,在沙土地上栽植馬鈴薯时,銅的作用不如在泥炭地上显著;2)試驗內以有机-矿質肥料作底肥(每公頃施泥炭堆肥 70 吨, NPK 60 公斤),而大量的有机肥料削弱了銅的作用;3)由于雨水太大,

表 7 銅对馬鈴薯产量的影响 (沙土地)

試 驗 处 理	产 量	
	公担/公頃	为对照的(%)
NPK 作底肥	184	100
NPK+浸泡塊莖, CuSO_4 用量:		
80毫克/公升	184	100
160毫克/公升	193	105
240毫克/公升	201	109

使莖叶發生霉菌,因此,不但降低了产量,而且也不能确定莖叶上的其他病害。只是在施銅量較多的(240 毫克/公升)处理中,尚能看出产量有些增加。至于在浸泡馬鈴薯塊莖时,不同用銅量的影响問題,还需要充分研究。

1948—1949 年,除了測定叶綠素的含量和呼吸强度而外,同时对馬鈴薯塊莖和莖叶在夏、秋兩季的含銅量,也做了分析。銅素的測定是按照沙皮洛(Шапиро,1948)的方法进行的。

根据分析結果确定了,噴射低濃度的硫酸銅溶液时,銅从莖叶轉移到塊莖內。在夏季所取的植物样本中,塊莖內的含銅量已增加了 1 倍(60 棵植株用 4 公升溶液噴射 3 次),在秋天所取的噴射硫酸銅的植物样本中,含銅量增加了 7 倍(用同量的溶液,噴射 7 次)。在夏天和秋天的植物样本中,含銅量之所以不同,不仅是由于噴射次数多了,另外也由于在幼小的对照植株內含銅量較多的原故。無論在夏天或秋天的样本中,消耗在噴射溶液上的銅,約有 12% 轉到塊莖里去(表 8)。

另外,我們在用毫克分子 CuSO_4 溶液浸泡塊莖时,也測定了銅滲到塊莖內的深度(表 9)。

分析結果証明,对照区內的塊莖,大部分銅都集中在皮層部分。用低濃度的 CuSO_4 溶液浸泡 8 小时的情况下,溶液中的銅有 9.5% 进到塊莖內。大部分銅(52%)都在皮層里,維管束含 22%,髓部含

表 8 馬鈴薯塊莖中銅的含量
(100 克干物質中的毫克數)
(1949 年的材料)

試 驗 处 理	夏 季 样 本		秋 季 样 本
	莖 叶	塊 莖	塊 莖
NPK 为底肥	3.2	1.5	0.5
NPK + CuSO ₄ (施到土壤中)	7.9	1.75	1.63
NPK + 用水噴射莖叶	3.5	1.5	0.57
NPK + CuSO ₄ (噴洒莖叶)	22	2.57	2.62

表 9 塊莖各部分的含銅量
(100 克干物質的毫克數)

試 驗 处 理	塊莖皮層部	維管束部	髓 部
对照(未浸塊莖)	1.0	微	量
浸泡的塊莖:			
在水中	1.5	0.13	0.31
在 CuSO ₄ 溶液中	3.5	1.0	1.35

26%。

因此我們的研究確定,銅对馬鈴薯的生長和發育有很大的影响。

結 論

1. 用根外施肥法施銅,要比施在土壤中更有效一些,在个别年分,可以使沙土地上的馬鈴薯增产 18% 左右。这是由于提高了植物的生命活动力,增强了它对各种病害抵抗力的結果。

2. 用毫克分子 CuSO₄ 溶液噴射馬鈴薯莖叶时,約有 12% 的銅轉移到塊莖里。

3. 在泥炭地上,無論用那种方法施銅,都能增加馬鈴薯的产量。

栽植前用低濃度的銅溶液浸泡塊莖,效果最好。

4. 馬鈴薯塊莖各部位含銅量的測定結果確定,銅多半集中在皮層部,即馬鈴薯着生芽眼和塊莖酶活動最旺盛的地方。

5. 用低濃度銅溶液噴洒植株 或在栽植前用 同样溶液浸泡塊莖,可以增加叶片中叶綠素的含量,加强呼吸强度。

参 考 文 献

- Антипов-Каратаев И. Н. 1947. О подвижности меди в почве. «Почвоведение», № 11.
- Архангельская Н. С. 1949. Влияние микроэлементов на картофель. Тр. Ин-та физиол. растений им. К. А. Тимирязева. Сб. памяти академика А. А. Рихтера, т. IV, вып. II.
- Виноградов А. П. 1940. Содержание меди в различных почвах. Докл. АН СССР, 27, № 9.
- Заблуда Г. В. 1938. Физиологическое значение меди для растений. Тр. Чувашского с.-х. ин-та.
- Любименко В. Н. 1921. О связи хлорофилла с белками пластид. Дневник Всеросс. съезда ботаников.
- Михлин Д. М. 1947. Пероксиды и пероксидазы. Изд. АН СССР.
- Мосолов В. П. 1948. Некоторые особенности азотистого обмена в растении при отсутствии меди в почве. «Сов. агрономия», 6.
- Окунцов М. М. 1946а. О влиянии меди на состояние хлорофилла и старение растений. Докл. АН СССР, т. 54, № 9.
- Окунцов М. М. 1946б. Влияние меди на содержание хлорофилла в растениях. Докл. АН СССР, т. 54, № 7; т. 57, № 4.
- Опарин А. И. 1935. Биохимическая теория чайного производства. Изд. АН СССР.
- Шапиро М. Я. 1948. Новый калориметрический метод определения меди в биологических объектах. «Биохимия», 13, вып. 4.
- Школьник М. Я., Макарова Н. А., Стеклова М. М. 1949. Влияние микроэлементов на углеводный обмен растений. «Ботанич. журнал», т. 32, № 6.

[白 楊譯 邓鴻举校]

鋅对农作物产量的影响

M. B. 卡塔雷莫夫 A. A. 施尔索夫

鋅是植物正常生長和發育所必須的元素。但以前对鋅的农学意义研究得很不够。文献中(什克里尼克1950, 斯达依尔斯1946年等)的材料指出:鋅对柑橘类植物、果树、油桐树、玉米和其他植物有很高的效果,在实际栽培中,这些植物經常迫切需要鋅肥,这从植物所表現出的缺鋅病上就可以看出来。

文献中曾記載了植物在不同土壤上对鋅肥的需要情况:其中大部是輕質土壤、碳酸鹽和泥炭土上的資料。

为了研究鋅肥的效果,我們曾經进行了盆栽試驗。第1組試驗是在多尔果普路德农業化学試驗站(莫斯科近郊)的中灰化重壤土上进行的。試驗条件如下:玻璃盆,能裝5.5公斤絕對干燥的土壤;試驗重复3次;各盆均以NPK做底肥(每盆施0.5克):N, P_2O_5 和 K_2O (硝酸鈉,單磷鉀,硫酸鉀)。鋅的效果是在兩種情况下研究的,一种是沒有施用石灰,另一种是施用石灰($CaCO_3$)。每100克土壤的1个水解酸等于4.0毫克当量。鋅是以硫酸鋅状态施用的,每公斤土壤內施2.5毫克。供試植物为:大蒜——品种不詳,豌豆——資本品种,菜豆——胜利品种。这些作物在發育上都比其他作物需要更多的鋅。豌豆和菜豆均用种子播种,大蒜是用同品种的小鱗莖栽植的(每盆栽3穴)。供試植物都栽培在培养室內,每天澆蒸餾水,澆水量为土壤飽和含水量的60%,到9月植物完全成熟时收获。产量的統計材料如表1所示。

鋅对这3种作物的产量都有良好的影响,但对大蒜的效果最高。在未施石灰的情况下,大蒜的产量由于施鋅而增加了1倍;但因为这

表 1 鋅对植物产量的影响

試 驗 处 理	未 施 石 灰		施 石 灰	
	NPK	NPK+Zn	NPK	NPK+Zn
	产 量 (克/盆)			
豌豆:				
总产量(干重)	26.7	30.2	55.8	66.8
种子产量	9.2	11.6	26.7	34.5
菜豆:				
总产量	30.2	31.1	53.5	66.5
种子产量	8.7	8.8	12.5	19.2
大蒜:				
总产量(干重)	1.9	4.0	29.5	49.1
蒜头的产量(湿重)	3.6	7.0	41.2	67.3

种作物对土壤酸性很敏感，所以产量仍然很低。施用石灰可以显著增加大蒜的产量，在施用石灰之后再施鋅，能使大蒜增产 66%。在未施石灰的情况下，由于施鋅，使豌豆产量增加 26%，施用石灰时，增产 29%。鋅对菜豆产量的良好影响，只有在施用石灰时才表现出来；如果不施用石灰，则鋅对这种作物没有任何影响。

1946 年又进行了 1 个盆栽試驗，研究了鋅的不同用量的效果。試驗中采用以下 3 种土壤：1) 多尔果普路德农叶化学試驗站的中灰化重壤土；2) 柳別列茨試驗地的灰化沙壤土；3) 灰鈣土。在灰化土上曾于施用石灰（石灰是根据土壤的水解酸度施用的）和不施石灰（ CaCO_3 ）两种情况下，研究了鋅的效果。鋅是以硫酸鋅状态施用的，施用量分 3 种：即 1 公斤灰化壤土和灰鈣土施 2.5, 5 和 10 毫克鋅；1 公斤灰化沙壤土施 2, 4 和 8 毫克鋅。試驗中的一切条件，均与上述試驗的条件完全相似。

除去鋅的各种用量处理外，試驗中还包括施用霍格蘭氏（Хогланд）混合肥料的处理，其組成有 12 种元素（硼、鎂、銅、鋅、鈦、鋁、鈷、鉍、錳、錫、碘和溴）。在完熟时收获大麦，产量材料如表 2 所示。

表 2 不同用量的鋅对大麦产量的影响(威聶尔品种)

土 壤	产 量	NPK 無 鋅	NPK + Zn 2.5毫克/ 公斤	NPK + Zn 5毫克/ 公斤	NPK + Zn 10毫克/ 公斤	NPK + 霍格蘭氏 混合肥料
		产 量 (克/盆)				
未施石灰的灰化壤土	总产量	34.6	36.4	37.1	36.1	25.3
	谷 粒	16.7	17.3	18.3	17.9	12.7
施用石灰的灰化壤土	总产量	48.5	50.1	55.2	51.0	52.2
	谷 粒	21.6	23.1	25.2	22.6	22.8
未施石灰的灰化沙壤土	总产量	42.9	41.2	41.3	44.7	41.9
	谷 粒	18.9	17.9	18.4	20.7	18.8
施用石灰的灰化沙壤土	总产量	42.4	43.8	47.0	50.9	51.6
	谷 粒	19.0	19.9	21.8	24.6	24.8
灰鈣土	总产量	32.0	39.9	37.2	38.4	34.4
	谷 粒	14.7	17.6	17.6	17.8	15.1

在該試驗內所有供試的土壤上，施鋅对提高大麦的产量都是有效的。在施用石灰的灰化土上，鋅的作用比較显著。在灰化壤土上，以每公斤土壤施用 5 毫克鋅的效果最好；減少或增加用量都会降低效果。在施用石灰的灰化沙壤土上，無論施用多少鋅均能使大麦的产量增加，而且效果最大的是第三种用量，即每公斤土壤平均施用 8 毫克鋅。在施用石灰的情况下，头两种用鋅量，沒有表现出良好的影响；而第三种用量的效果也不大。在灰鈣土上所研究的各种用量，效果都大致相同。霍格蘭氏混合肥料只有在施用石灰的灰化沙壤土上，才能增加大麦的产量；在其余情况下并未發現有良好的作用。

第 3 組盆栽試驗，是在柳別列茨試驗地（莫斯科郊区）的灰化沙壤土上进行的。試驗繼續了 4 年（1947—1950）。在三种情况下，研究了鋅的效果：1) 在未施用石灰的土壤上；2) 根据水解酸度为 2.9 毫克当量施用石灰；3) 按照 4 个土壤水解酸度施用石灰。上述三种情况均以 NPK 做底肥，并施用硼肥和鎂肥。試驗条件如下：玻璃盆，大小为 15 × 30 厘米，能裝 6 公斤土壤；重复 3 次；每盆施 NPK 肥 0.4 克 (N, P₂O₅ 和 K₂O)，肥料形态分别为 NaNO₃, NaH₂PO₄, 和 K₂SO₄；硼

肥是 H_2BO_3 每公斤土壤施 1 毫克硼;每盆施用 0.2 克 MgO , 肥料形态为 $MgSO_4$;每公斤土壤施 2.5 毫克鋅, 肥料形态是硫酸鋅。1948 和以后几年中, 每年都更換盆內的土壤;并且重新施入所有的营养元素(其中包括鋅), 施用量和肥料形态与 1947 年一样, 但未再施用石灰。1947 和 1949 播种了威聶尔(Винер)品种的大麦;1948 和 1950 年則播种了基彼品种的燕麦。將植物放在培养室內, 每天澆蒸餾水, 澆水量为土壤饱和含水量的 60%。完熟期收获。产量統計結果如表 3 所示。

表 3 鋅对大麦和燕麦产量的影响

試 驗 处 理	大麦, 1947 年		燕麦, 1948 年		大麦, 1949 年		燕麦, 1950 年	
	产 量 (克/盆)							
	总产量	谷粒	总产量	谷粒	总产量	谷粒	总产量	谷粒
NPK	27.8	14.1	35.4	15.0	35.1	15.8	29.7	7.9
NPK+B+Mg	27.7	13.2	35.3	14.3	32.8	14.6	28.9	8.7
NPK+B+Zn	29.0	14.4	39.0	15.5	30.6	14.2	30.7	9.2
NPK+B+CaCO ₃ (按 1 个水解酸度)	31.3	16.7	36.6	15.2	37.6	18.1	31.3	10.5
NPK B Mg+CaCO ₃ +Zn	31.2	15.5	41.4	17.8	36.4	17.3	35.9	13.3
NPK B+CaCO ₃ (按 4 个水解酸度)	36.6	19.0	37.3	15.9	38.7	18.5	31.3	10.5
NPKBMg+CaCO ₃ (按 4 个水解酸度)+Zn	38.8	19.7	40.6	18.2	39.6	19.2	39.0	13.6

施鎂和硼做底肥(加到 NPK 肥中)时, 并没有表现出任何良好的影响。不論在 1947 年或 1949 年, 鋅对大麦的产量都没有良好的作用。但在兩年試驗中(1948 和 1949 年), 鋅对其他作物——燕麦却表现了良好的影响, 但是在未施石灰的酸性土壤上, 較施用石灰者的影响, 大大地減弱了。石灰用量的不同, 对于鋅的效果的差別, 这个試驗中, 沒有表現出来。

因此, 試驗的結果証明, 燕麦对缺鋅的敏感性, 比大麦为甚, 而且燕麦植株对鋅的需求, 在施用石灰的土壤有所增長。看来这可能是

由于施用石灰,使土壤中鋅的有效性減低了的緣故。

結 論

1. 研究鋅的效果的盆栽試驗証明, 鋅对于在灰化土上栽培的某些作物的产量, 如大蒜、豌豆、菜豆和燕麦, 以及在灰鈣土上的大麦, 都有着良好的影响。

2. 鋅在未施石灰的酸性土壤上的作用, 較在施用石灰的土壤上为弱(有时完全沒有作用)。在灰化土上施用石灰, 对于所有供試植物, 鋅的效果都有所提高。

3. 对于大麦效果最好的是如下的用鋅量: 在灰化壤土上, 1 公斤土壤 5 毫克鋅; 在灰化沙壤土上 8 毫克; 在灰鈣土上 2.5 毫克。

在后一种土壤上, 增加鋅的用量, 并不能再提高产量。

参 考 文 献

Школьник М. Я. 1950. Значение микроэлементов в жизни растений и в земледелии. Изд. АН СССР.

Стайлс В. 1949. Микроэлементы в жизни растений и животных. М.

Самр А. Ф. 1945. Soil Sci., v. 60, № 2.

[白 楊譯 邓鴻举校]

微量元素在动物体内的生理学作用

В. В. 科瓦里斯基

在 19 世紀期間，已积累了关于动物有机体成份中微量元素含量的大量实际材料，但是微量元素的生理学作用仍然沒有被研究出来。涅格里 (Негелъ, 1893) 对水棉屬水藻的試驗已注意到了微量元素，水藻表現了对稀釋为 1:80,000,000 的硫酸銅溶液的感应性。微量金屬和其他微量物質的生物学作用被称之为微量活动作用 (олигодинамическое действие)。在以后，关于細胞对微量物質感应性的这种学說被扩展到了藥理学和普通生物学的广大范围中。关于这一点，С. В. 克拉夫科夫 (Кравков) 的有意义的研究 (“关于活原生質感应性的范围”，1924) 和其他人的研究均可以証实。

对微量元素的微量活动作用的研究，已經是揭露微量元素生理学作用的一种重要的鼓励。然而，甚至对許多在动物体内具有一定机能作用的金屬有机化合物的發現 (例如 血藍朮呼吸色素中銅的發現) 也沒有引起構成微量元素生物学作用的一般理論。很久以前就已积累了微量元素作为酶的活动因素和麻痺因素的材料，但很少把微量元素的这种作用与其在酶机能中可能的自然作用联系起来。

要承認微量元素在生理学上的作用，只有把在週圍环境的微量元素含量与其在有机体内的集积及其在生命活动現象中的作用相互联系起来以構成普遍性的生物学理論时才有可能的。这种理論已为当代傑出的自然科学研究家 В. И. 維尔納德斯基 (1863—1945) 院士創立的生物地質化学的新的科学所深入地論証了。生物地質化学研究的問題范围有：生物的化学成份、生活物質总量与地壳成份的关系；微量元素的迁徙；微量元素在生物体与地壳的体系中的循环。В. И. 維尔納德斯基 (1940) 破天荒第一个提出了关于作为週圍环境

因素的微量元素的生物学作用的问题。而他在这一领域中的思想发展的开始是在1891年。为了要构成新的科学的基本原理，他花费了許多年的时光。

维尔納德斯基在將近50岁的时候就从事微量元素的研究工作，并为学生和研究者設立了一所巨大的学校。目前在苏联领导这种研究的是他的学生 A. П. 維諾格拉多夫，維諾格拉多夫創造性地研究着生物地質化学的問題及其生物学上的附录。現在，生物地質化学迫使我們从新的观点去对待农业化学和土壤学、植物地理学、畜牧学、医学和兽医学、动植物的生理学和生物化学以及有机体进化等許多問題的研究，这已經是十分明显的了。

生物地質化学的發展已提出了关于活有机体化学元素成份的新的概念。动物体在一定程度上不具有固定的成份，这可以認為是确定的了。这是由于元素成份对有机体所在环境及其生物学特性、种屬性等具有依賴性的緣故。应当承認，有机体，特別是动物有机体不仅在元素成份方面而且在各种复杂有机質含量方面都表现出很大的不稳定性（例如，蛙腦中的腦糖苷含量在夏季期間降低到完全消失，而在秋冬期間則显著地增加）。按照新的概念，动物体的成份中共有將近 65 种化学元素；在这些元素中微量元素佔着 45—50 种物質。

在动物体組織內含有的所有微量元素可以分为 3 組：(1) 生命所必需的微量元素；(2) 可能是生命所必需的微量元素；(3) 在組織成份中已發現的但其生物学作用还很少知道或完全不知道的微量元素。

生理学家和生物学家們使用下列规范把微量元素划分到生命所必需的一組去：

- 1) 起机能活动的組織庫的确定；
- 2) 在有机体不同的自然机能状态下元素成份的改变（由年齡的变化、由怀孕而起的改变等）；
- 3) 对生命基本現象（生長、發育、繁殖）的影响；
- 4) 各該微量元素代謝的存在；
- 5) 微量元素对有机体代謝机能的影响；

7)在某些情况下对微量元素这种或那种特殊生物学作用的闡

在文献的泉源中积累了許多关于这些或那些微量元素在动物体組織內含量的各种矛盾的資料。这不仅是由于研究方法中的缺点，而且由于不是以生物学观点对待活的对象。一些学者通常都沒有估計到年龄改变的作用和生物学状态的作用，以及沒有估計到不同的組織庫是以不同的速度和不同的順序性去消耗的。而在研究不同的組織庫时，学者們照例都是根据物質的百分比含量，而沒有估計到物質在該組織內的絕對积蓄量。例如，鈷的百分比含量在內分泌腺內要比在肌肉內大几十倍或几百倍，但是內分泌腺不能被認為是鈷庫，因为由于內分泌腺的範圍小所以內分泌腺內鈷的絕對积蓄量極為微小。而在肌肉內虽然鈷的百分比含量很小，但由于肌肉的数量大所以在动物体内肌肉才是真正的鈷庫。可以認為，某些微量元素是集中在一定的組織內的。在这方面，肝是包罗万象的儲存器官。大多数的微量元素都可以停留在肝里，并可在那里集积起来。但是除此以外，还有專門集中这种或那种元素的器官。例如，鋅經常集积在生殖腺和垂体内，鈷集积在胎兒的脾內，鎳集积在胰腺內，鋁集积在腦髓的白質內，鎘集积在腎臟內，鉍集积在視網膜內（达于物質的1.5%），錳集积在肺內，鈦集积在肌肉和骨骼內，錫集积在舌粘膜炎內，硅

集积在玻璃狀体内,鉻集积在垂体内,硼集积在含脂肪質的組織内等等。

对不同动物的神經組織内元素成份的研究进行得是很不够的。对魚类、兩棲类、爬虫类、禽类仍然是很少研究。在哺乳动物的腦髓内已發現了下列元素:銅、鉄、鋅、錳、鉛、鈦、鋁、鎘、錫、鎳、鈷、鋇、硅、氟、溴、碘。应当指出,銅在延髓内,硅在小腦内,鈷在大腦半球内,鋅特别是鋁在白質内都有相当数量的集积等等。

对动物体組織内元素成份的研究究竟少到何种程度,从我們到目前為止还没有完全了解哺乳动物血液内的元素成份看来就可以判断出来了;在这一领域中还没有系統的研究。在动物血液成份中已發現了下列微量元素:錳、鋅、銅、鈷、鋁、矽、氟、溴、碘、硼、鋇、鈦、鉻、鎳、鎘、錫、鋇、鉛、砷、銀、銻、鈾、鎘。經沃依納尔(Войнар)的研究(1947年)查明,上述微量元素中的許多微量元素是集中在紅血球内。例如,銅、鋅、錳、錫、鎘、鉛是集中在形成要素内,鋁、鈦、硅是集中在血漿内。微量元素在血液内含量的变化,指出了認識微量元素机能作用的一些途徑。例如,在怀孕期銅在血液内的含量增加;在月經血内砷的含量增加;患血友病时可看到氟的含量增加等等。血液内各种元素之間对比关系的研究可指出各种有規律的过程,例如可指出溴与碘比例的永恒不变性。

在研究动物体元素成份方面,在我們面前摆着重大的任务,而首先是必須根据所有已积累的文献編成彙报和考虑到有机体生物学状态的新的有系統的研究。应当指出,А. П. 維諾格拉多夫关于海生有机体元素成份的彙报(1935、1937、1944)是非常有意义的。不同种类有机体的元素成份的比較研究,能够發現闡明微量元素机能作用的有意义的途徑(例如,70公斤重的人体内含鋅2.2克,相等重量的牡蠣則含鋅28克)。在不同生物学状态下对器官和組織内元素成份的系統研究,可使得确定微量元素的組織庫。以此作为研究微量元素机能作用的第一阶段是很重要的。

我們已經說过,微量元素在动物体内的含量不仅是按照需要,而

且是按照週圍环境中是否存在这些物質为轉移的。土壤(連天然水)和植物体成份之間、动物体和植物体成份之間的关系的确定,就証明了有机体对週圍环境中的元素成份有着很大的依賴性。在工作上經常与苏联科学院生物地質化学實驗室有联系的 А. П. 維諾格拉多夫(1949)及其他苏联学者的研究,已証明了在自然界中存在着土壤內微量元素的含量低于或高于一般标准的地区。这种地区称之为生物地質化学区。

微量元素贫乏的地区的例子,可指出硼区、鈷区、碘区、錳区、鋅区、銅区等。在硼区(苔原、沼澤等土壤)可遇到植物的特異疾病(例如甜菜心腐爛病)。週圍环境中缺乏鈷时(澳大利亞、新西蘭和美国等地)可出現牲畜(牛、羊等)的某些病患。根据 В. В. 科瓦里斯基(Ковальский)和 В. С. 切巴也夫斯卡婭(Чебаевская)的研究(1944, 1949, 1951),在雅罗斯拉夫省分佈着罗曼諾夫羊的一些地区是鈷不足的地区,在这些地区發現土壤中的鈷降低到 83—269 微克/百克,而在放牧場的植物体内的鈷降低到 8—12—20 微克/百克。貝尔金(Берзинь)、彼依維(Пейве)和阿伊祖比也捷(Айзупиете, 1952, 1949)已在拉脫維亞共和国描繪出了在土壤中鈷含量不足的很大的面積。

在雅罗斯拉夫省和拉脫維亞共和国,用鈷来加餵綿羊可治癒其具有一定特性的貧血症:食欲漸进性的丧失和体重逐漸下降,粘膜淡白色,血液內紅血球和血紅素数量下降,把羊弄到严重消瘦和使牠患着在这种土壤上所發生的繼發性疾病(вторичные заболевания)。

在週圍环境中缺乏碘的广大地区是大家所熟知的(在烏拉尔、在查巴伊卡里耶、在远东边区、在烏克蘭西部等地)。这是地方性甲状腺腫病普遍的地区。在十月革命前發現过有矮呆病和甲状腺腫的許多地区,目前由于使用碘来預防,这些疾病正在大大減少中。在缺乏錳时,可看到其特征为脚骨和翅骨变形的禽类的地方性脫髓病(эндемический перозис)。根据对脫髓病病因的研究,有意义地确定了在食料日粮中鈣和磷过多时減弱了对錳的消化的事实。在缺乏銅时,發現有动物特有的地方性失調症和嗜異癖的疾病。伴随着尚在

內臟發育期就能發生的神經痛苦(腦和脊髓白質的退化变化)的动物貧血状态(血液內血紅素、鉄、干剩余物的含量減少),是缺乏銅的地区特征。已經証明:在飼料中缺乏銅时,銅在动物的血液、肝、乳和毛內的含量就会減少。在飼料中加入硫酸銅,可以治癒这种缺銅症。关于动物特有的地方性失調症的病因問題还不能被認為是已經弄清楚了,因为在許多場合下有鉛中毒的可能时銅的消化不足,在其中还是起着作用的。在缺乏鋅时,發現有类似癩皮病的皮炎,并伴随着生長停止等征候。

在許多場合下,在土壤和植物性飼料內沒有發現單純地缺乏某一种元素的。經常是發現土壤成份和牧場植物体成份的配合变化——兩種、三种或好几种化学元素同时減少或同时增加。显然,这就使得对动物特有的地方性微量元素疾病的研究,对这些疾病的人工繁殖和对它們發生过程的研究大大地复杂化了。

微量元素丰富的生物地質化学区引起了人們很大的兴趣。在美国硒过多的地区,發現分佈有“碱性的”疾病。患这种疾病的有馬、牛、猪、家禽及其他动物。角質形成中代謝的破坏应当認為是这种疾病开始的特征,因而可發現毛脫落、蹄生長破坏和以后接着脫落。在剖檢死畜时發現肝以及腎、脾和心臟內的变化。一些研究者曾用于牲畜日粮中加入硒酸氫鈉的方法在实验上得以把牲畜这种疾病的特性培育出来。已經确定,猪比牛具有对硒較弱的感应性。在含硒丰富的土壤上長出来的植物(小麦和紫云英等)对动物体是有毒的。应当指出,有好几种紫云英(如 *Astragalus bisulcatus*, *Astragalus ramosus*)能够良好地适应于含硒丰富的土壤,并且甚至它們每公斤体重中硒的集积量达 1000—5560 毫克(一般的含量約为每公斤体重含 3 毫克)也沒有显著地受害。

同时,在土壤和植物体内鋇的含量增加到 7—10 倍的鋇区也是大家所熟知的。在这样的地区發現牛、羊的一些疾病(英国-索梅尔謝特和其他地区)。患鋇过多症的特征是腹瀉和毛色改变。以鋇酸鋇餵給家畜或把它們赶到含鋇丰富的牧場,可用人工的方法培育出

家畜的鉬过多症。在用硫酸銅加餵时曾对治癒牛的鉬过多症进行了观察。土壤中鉛过多时(烏克蘭西部的外喀尔巴阡省),按照 Б. Г. 別特連科(Петренко, 1950)的研究,發現动物有患慢性血尿症的。以特殊疾病(氟中毒)为特征的氟过多的地区是广泛地分佈着的。最近几年来, А. П. 維諾格拉多夫和一些同事正在研究哈薩克和巴什基里亞苏維埃社会主义共和国含鈷、鎳及其他元素丰富的地区。高洛洛波夫(Гололобов, 1952, 全苏畜牧研究所)已在那里發現了也可能与这些地区鎳过多有关的一些疾病。

生物地質化学区的研究是具有一定的国民經济意义的。描繪出这种或那种微量元素过多或缺乏的新的地区、研究这些地区的农畜和野生动物的代謝特性、从这些或那些微量元素的过多或缺乏在地方性非傳染病之發生中的作用的观点来研究这种疾病, 应该被認為是摆在生物学、兽医学和医学研究机关及治疗机关面前的極其重要的任务。在进行这些研究时, 必須估計到微量元素的过多或缺乏可能引起細菌性的繼發性疾病。例如, 在雅罗斯拉夫省对罗曼諾夫羊的研究已經証明, 在提高了羔羊日粮中鈷的含量时可大大地減少羔羊因格蘭氏陰性球狀桿菌所引起的肺病的死亡。

应当指出, 細菌和病毒特殊地利用微量元素的問題是有着很大的实践意义的; 并且有机体所必需的化合物的被破坏显然是与这种特殊利用有关。例如, 已經証明在霍乱弧菌灰分內含有大量的鋅[С. А. 保羅維克(Боровик)和 В. В. 科瓦里斯基], 在結核桿菌內含有大量的鋰, 在煙草花叶病病毒內含有大量的銅等等。

对生物地質化学区的研究, 十分明显地証实外界环境的化学因素在有机体發育和生活力中的巨大作用。

在研究外界环境因素对有机体影响的問題时, 一般是考虑溫度、光綫、湿度、海拔、飼养等条件, 而对地質化学因素, 也就是对外界环境不可分离的部分的化学物質与微量元素, 都注意得不够。目前, 当确定了微量元素对有机体代謝机能的强有力的影响的时候, 微量元素在改变动植物的本性中的作用已經成为很明显的了。动植物体一

一般都易于对週圍环境中微量元素濃度的改变起反应。一些有机体能够良好地适应于地質化学因素——土壤、水、空气中微量元素的減少或增加，这可以認為是确定的了。在这种情况下有机体的形态一般都会改变，甚至可以产生当地的新形态。例如，大家都知道，植物的蛇紋石变种很可能是在鎂过多，鈣缺乏和可能是在鋇和鉻过多的影响下發生的。分佈在哈薩克斯坦北部的鋇生物地質化学区的巨形堇菜、無花瓣和無子实的鵝掌草的畸形形态、紫菀和蒿的特殊形态，都是很有意义的(Д. П. 馬留加，1950年)。在媒質微量元素的影响下，植物形态的变異可以达到很显著的程度。例如，在美国特征为硒过多的地区紫云英屬(*Astragalus*)具有好几百个种，其中一些种表现出对硒極好的抗性。只有在含硒丰富的土壤才可遇到的那些紫云英，是大家所知道的。

所有这些，可以証明植物組織內个别微量元素的含量过多对形态形成过程都会具有显著的影响。毫無疑义，在生物地質化学区，由于在一定微量元素的影响下有机体代謝机能的改变，可以产生植物的新形态。但是遺憾的是，我們沒有关于这些地区的动物体变異的可靠的材料。然而片断的观察使得可以認為，动物体适应这些或那些微量元素过多或缺乏的过程可引起动物体机能上和形态上的改变。但是，不是任何的动植物有机体都能适应于媒質微量元素过多或缺乏的条件。在环境中过多或缺乏某种微量元素时，發現有能引起不适应的动植物絕灭的有害的变化。

在新的条件下沒有达到动植物風土馴化的極其重要的原因之一，是外界环境的化学因素的影响。在这种情况下風土性疾病頗为普遍。及时地辨別出尚不明病因的这些疾病的原因，在植物栽培業和动物飼养業的實踐中是会具有很大的意义的。

已闡明的見解使得能够說明进化过程与生物地質化学区的关系。这个問題对在新的条件下农畜的風土馴化具有特別重大的意义。

由于生物地質化学区的問題，又产生必須考虑微量元素作为农

畜飼料因素的問題。这是一个关于集积有一定微量元素的植物体及土壤与动物体的关系的重大的綜合性問題。因而，在研究农畜营养問題时必须考虑到微量元素，已是十分明显的了。应当从这个观点上引起畜牧学家們对微量元素的注意。必须使各畜牧研究所和农畜飼养研究所在这个領域中更有計劃地进行工作。

确定微量元素在农畜日粮中的最高和最低的含量限度，应该被認為是当前的極其重要的任务。这些問題对人來說也是很重要的。但应当指出，在世界上各有关实验研究所中，在确定白家鼠食料日粮中微量元素含量的最高和最低限度方面已获得了極大的成果。

虽然研究动物体(其中包括人体)对微量元素需要的情况是如此不能令人滿意，然而对許多物質已能够指出它們在食料日粮中含量的大概的晝夜定額。例如，人对碘的晝夜需要量約为 120 微克。可以認為，在一定的适应于碘缺乏的条件下，动物体能够滿足于显著降低的碘的晝夜供应量。但是如果碘在晝夜食物中的含量降低到 20 微克的話，就会出现甲狀腺腫。

大家都知道，每天約有 2 毫克的銅就可滿足成年人对这种元素的需要。小孩对这种元素需要的定額更低——每公斤体重每天需要 0.1 毫克。在每公斤干草內含銅 6—12 毫克的情况下，就能完全滿足农畜对这种元素的需要；每公斤干草的含銅量降低到 2—3 毫克时，就可能引起牛及其他牲畜的嗜異癖疾病。

人对錳的晝夜需要量还没有被确定出来。一些学者曾指出人对錳的需要定額很高——每公斤体重每晝夜需要 3.5—5.5 毫克，小孩每公斤体重每晝夜約需要 0.1—0.2 毫克。

最近期間，已注意了要弄清楚对鈷的晝夜需要量；虽然我們还没有准确确定了的定額，然而可以認為，每晝夜有 2—3 毫克的氯化鈷是完全滿足羊对鈷的需要了(即在羊的晝夜日粮中約含 1 毫克的鈷)。对牛來說，每晝夜約 5 毫克的鈷可以認為是晝夜的定額。人对鈷的晝夜需要量还没有被确定出来，但是很明显，食物中缺乏鈷时会大大地影响到人体內的許多作用过程(造血作用、对含氮物質的消化

作用等)。

在晝夜食料日粮中鋅的含量按每公斤体重有 0.3 毫克时，很可能是完全满足于动物有机体对这种元素的需要了。

关于其他元素还了解得很少，以致不能提出或多或少可靠的資料。

在研究人或牲畜的初生兒对微量元素的晝夜需要量时，作为自然营养液的乳有着很大的意义，乳应当含有为初生兒正常的生命活动所必需的各种微量元素。已經确定，乳里面含有的微量元素达 25 种之多，其中应当指出的有：矽、鉄、銅、錳、鉛、鋅、鋁、銀、鉬、鋇、鎳、鋇、錒、鈦、鉻、錫、硼、鈾、鈷、氟、碘、砷等。但是遺憾的是，对这些元素中的許多元素还没有准确地确定出它們在各种动物的乳里面的含量限度。而这个問題無疑地是有着实践意义的。

关于在不同的泌乳期乳里面的微量元素濃度的改变，我們知道的很少。但是我們所要按照這個問題去了解的那些問題，已經指出在这个領域中进行研究的必要性。例如，在一定程度上先不管飼料中錳的含量，如果每公升牛乳中含錳 0.3 毫克被認為是正常含量的話，那末在初乳內錳的含量要比一般牛乳的多 4 倍。但是应当指出，不同的学者的資料是頗为不一致的。

在羊第二晝夜的乳內鈷的含量达到最高限度 (2.5—5 微克/百克)。而对人乳來說我們得以証明了其他一些規律性：在初乳內一般我們都沒有發現鈷，而到泌乳期第八晝夜时鈷在乳內的含量达到了 27 微克/百克。

研究在不同的泌乳期与乳一同排出的微量元素，應該認為是研究乳的营养价值的当前的任务。解决這個問題就可以論証人和牲畜的初生兒的合理营养。在用其他种类动物的乳或人工营养混合物来代替該种类动物的自然乳时，在任何情况下都必须考虑到初生兒的合理营养這個問題。

我們已从計算微量元素在动物体内含量的新的观点提到了关于动物体元素成份的問題。这使得我們为組織庫的学說打下了新的基

础和把我们引到了作为食物因素的微量元素的作用底问题上。这些问题提出了要研究包含在动植物体成份中的微量元素有机化合物的新的巨大的问题。对微量元素与有机基质的化合物的研究,进步得非常缓慢。虽然对这个领域的研究在方法上是极其困难的,然而目前我们已知道有许多金属元素很容易加入到蛋白质中,并把一些特性,有时是一些特征带到蛋白质的机能中去。我们所知道的含重金属的呼吸色素有:含铜的血蓝朊,含铁的血红素,海鞘血的钒蛋白;同时我们也知道有下列含铜丰富的物质:从红细胞分析出的血铜蛋白,肝分析出的肝铜蛋白,乳分析出的铜蛋白等。肝和红细胞中的铜蛋白化合物,以及铁铜核蛋白的综合体都是与血红素、细胞色素和细胞色素氧化酶的合成有关的。

已经确定(科瓦里斯基和切巴也夫斯卡娅, 1949, 1952),在各种不同动物血红素的血球素中钴的含量为:人的血球素中约 60—100 微克/百克,羊的血球素中约 40 微克/百克,处女羊的血球素中约 150—200 微克/百克,猪的血球素中约 200 微克/百克。同时我们也已证明血纤维朊是钴蛋白。我和拉也茨卡(раецка)得以证明,在血红素溶液中加入钴时平均可增加血红素的氧容量 40%。

大家都知道,在宾诺血球素(пинноглобин)的蛋白成份中以及在精氨酸酶的酶成份中都含有锰。同时我们也知道甲状腺素激素内含有碘,很可能这是碘与鳕鱼肝油(жиртресковой печень)化合的关系。很久以前就已证明,锌是西科唑宾(сикотопин)的蛋白的组成部分,可能,锌一般常与蛋白质化合。同时在磷脂成份中也发现有锌,它是碳酸肝酶中酶的固定组成部分(碳酸肝酶中的酶含锌 0.33%)。我们从狗胎盘内分析出的绿色蛋白,其中含铜 1400 微克/百克、镍 175 微克/百克和钴 187 微克/百克。

上面列举过的,其成份中含有微量元素的各种有机化合物,是片断偶然的资料。在研究动植物起源体内的微量元素有机化合物方面,作的还是很少。首先弄清楚微量元素与各种组织和器官排出的一定的化学部分的关系的问题,是这个领域中当前的研究任务。弄

清楚这个问题就使得能够具体的拟出确定微量元素与这些或那些状态的有机化合物的关系的方法，而这也就是新的领域——微量元素生物化学的基础。应当提一提，在活有机体的化合物和化学过程中起不稳定作用的，很久以前就已认为是属于金属元素和其他微量元素。

关于微量元素生物学作用的问题，应当认为是微量元素问题中最重要的问题之一。微量元素对动物体机能的影响，已引起了许多生理学家和生物化学家的注意，他们曾经在三个方向中进行过研究：微量元素对生长和发育的影响，对生殖机能的影响，微量元素在造血作用中的作用。在动物生长和发育方面已确定了一些微量元素的巨大活动性。在食料中没有锰或锰的含量不足时会缩短家鼠的寿命，这应当认为是已被证实了的。在这种动物的日粮中加入锰时就可以延长它们的寿命和加强其生长。同时应当指出，食料中锰、铜和锌含量之间的对比关系是具有一定的作用的。已经证明在锰的影响下可加速柞蚕发育(加速6—10日)和增加其幼蚕体重的可能性[巴尔金娜(Баркина)]。什克瓦鲁克(Шкварук)对家蚕也获得了类似的结果。已经确定，锌、碘和其他微量元素能对动物寿命产生影响。钴和锰一样能在动物体的发育中起作用。已经确定了钴在绵羊发育中的作用。已经证明，钴可以提高羊、牛及其他农畜的平均昼夜增产量。正如已指出过的，不同的研究者们利用锰的作用，此外还有利用钴、氟、铜、碘和其他微量元素的作用加强了动物的生长。

研究者们不止一次地指出过微量元素与繁殖机能的关系。已经确定，家鼠食料中缺乏锰时会引起其发情的破坏，甚至使发情完全停止。已有人指出过，缺乏锰时可发现排卵被破坏或停止，以及睾丸退化的变化。家鼠乳内没有锰时可引起哺乳家鼠的死亡。在鸡的食料中加入锰时可提高其产卵力及卵的受精率，在秋季和冬季时尤为显著，这是一个极有意义的事实。

已经查明，在羊的食料中加入钴时可对其发情时间产生影响。例如，在给罗曼诺夫羊加喂钴时发现了它们1月份的发情率比没有

获得钴加饌的羊有所提高（前者一月份發情的为74%，后者仅为58%）。同时也無疑地确定了钴对增加初生羔羊体重的作用。根据120头羊的統計証明，获得钴加饌的母羊，其羔羊出生时的体重比对照羊的羔羊的体重平均高出24%。某些学者确証，鋅能够刺激动物的生殖机能并在生殖腺及垂体中集积。同时也發現了錳对柞蚕繁殖力的影响。

現在已有人指出在碘的影响下加速雄家鼠性成熟的可能性。已注意观察在銅的影响下动物精子流动性的提高，及观察到氟在精液中的显著集中。

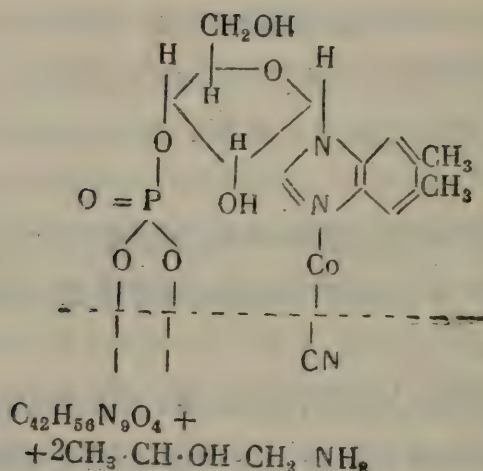
虽然对微量元素与动物生長、發育和繁殖机能的关系的报道材料，是如此沒有系統的敘述，但仍可說明：微量元素是一些借助于它可以影响动物有机体新陳代謝和用改变新陳代謝的方法去控制动物有机体的重要机能的物質。

不同的学者对运用各种微量元素或其混合物对有机体的作用来加强造血作用的嘗試，予以很大的注意。已經發現了鉄、銅、錳和砷在造血作用中的显著作用。在血紅素成份中不含有銅、錳和砷，但是它們，尤其是銅，是血的呼吸色素合成时所必需的。

我將不談及已具有相当久远年代的那些研究，而只限于指出在这一問題的文献中积累了的某些矛盾，以及指出在使用不是純化的而是含有銅和其他物質的混合物的鉄制剂来治疗貧血症时的良好效果的获得。一些学者指出，在治疗貧血症时在鉄素里加入植物灰分其效果最大，这是極其有意义的。同时在所有这种研究的結果中都沒有揭露造血作用的基本因素。以后，在已列举出来的被認為在造血作用中具有因素作用的那些元素中又加入了钴元素。从前已确定了肝儲存鉄素，肝庫为血紅素合成而消耗鉄素与有机体内銅含量的关系。

目前可以这样考虑：血紅素的合成也与含有4.5%钴的維生素B₁₂在肝内的存在有关。这种钴維生素是在結晶状态（紅色針狀）下被分析出来的（斯密特 Smith；利科 Rises, 1948）。它的構造式在

目前可用这样的形式提出：



在治疗贫血症时钴维生素的活动力为钴离子的 1,000 倍。现在已经很清楚，为什么在动物日粮中加入钴素可以引起造血作用机能的加强——动物血液内红血球和血红蛋白的增加。钴维生素 B_{12} 是一种抗贫血的物质，所以在某些情况下对人体进行肌肉注射约 2—3 微克的钴维生素 B_{12} 可以治愈恶性贫血。已经确定，在初生羔羊和小羊的脾内钴有着很高的含量，而在人胎儿脾内钴也有非常高的含量（达 450 微克/百克）（科瓦里斯基）。

微量元素与造血作用机能的关系的叙述，应该组成生理学、临床医学和兽医学的新的重要的一章。

微量元素对动物体新陈代谢的影响在很久以前就引起了研究者的注意。但在开始时这种观察不是以考虑各种微量元素在有机体代谢机能中的作用为基础的。

我们现在来研究一下微量元素的代谢问题——最主要的是试图说明研究微量元素代谢问题的基本方法。

大部分过多的微量元素是由动物体和粪一起排出，而只有小部分是和尿一起排出，这可认为是完全确定了的。

微量元素在血液中的含量，甚至在缺乏微量元素的条件下也可

以得到調剂,这是一种極為特殊的机能。例如在缺鋅时,由于利用組織內所儲存的鋅,所以血液中鋅的数量并没有減少。在銅方面也可以看到同样的情况。应当指出,甚至在長期缺銅和銅在血漿中的含量減少 20% 的情况下,这种元素在紅血球中的含量也沒有減少。因而在缺銅和缺鋅的試驗中,就确定了組織庫在調剂銅和鋅的代謝中的重要作用。

人們已經进行过对微量元素在血液和組織內的含量按年齡而改变的观察。已經發現,鋅在初生兒和老年人的血液內含量較高,銅在胎兒和初生兒的肝內含量較高。在年老时,結締組織內矽的含量和器官中有机化合物內氟的含量都要減少。微量元素代謝按年齡的改变,可証实微量元素对不同生命时期的有机体的不同作用。

在文献中已积累了一些关于微量元素与各种代謝形态的关系的材料。已經确定了錳对醣类代謝的作用。給动物有机体輸入錳素时,無論在血糖标准量或血糖过多的情况下都会引起血液中糖含量的降低,和引起糖原合成的加强。在这种情况下錳是作为刺激副交感神經因子發生作用。可以設想,鈷也可以对醣类代謝發生影响。輸入小量的鈷素可引起血糖过少,而增加鈷素的輸入量則会引起血糖过多和血压降低。已經証明,銅素可以抑制血糖过多的發展和加强糖原的合成作用,以及減少糖尿。可以推測出,錳、鈷和銅是借助于植物性神經系統去实现其对醣类代謝和对肝綜合机能的影响的。

М. И. 甫修基赫(Всяких, 1950)在我們的實驗室里已証明,获得鈷素的羊的尿里的碳与氮的比例要比对照羊的尿的高。这是由于在鈷的影响下基础代謝的加强和氮的更良好的同化作用的緣故(碳排泄加强和氮在动物体内停滯)。在羊的日粮中加入鈷素时羊的基础代謝比对照羊的加强 18%。應該指出,在錳鹽的影响下,正与鈷鹽的作用相反,可以加强动物尿液中总氮量和尿素的排泄。同时这些观察也指出,获得錳素加餵的动物其尿素的形成是增加的。在鈷的影响下动物体内氮素同化作用的增强,可引起肌肉蛋白合成作用的加强;而在飼料中获得鈷素加餵的动物其增重量的提高,主要是以此作

为先决条件的(科瓦里斯基)。

在錳的影响下氯化物可在动物体内停滯和骨組織內的代謝作用会被破坏。鉛对磷代謝作用,对銅和砷与氧化过程的关系,对砷与核素代謝的关系,对溴与普林代謝的关系,对鎘与醣类代謝的关系和对鎘与肝合成馬尿酸的关系等等,都可以發生影响。

最近期間曾不止一次的嘗試过借助于示踪原子去研究微量元素的代謝,然而这些研究尚不足以充实关于微量元素代謝的报道材料。但是已能够指出放射性鈷(Co^{60})与普通鈷在平衡中不一致的現象。已經确定,通过口腔进入动物体的放射性鈷大部分(80%)都由粪排泄出来,而小部分(10%)則由尿排泄出来。根据我們实验室的观察,在同样的条件下普通鈷大都停滯在动物体内。示踪鈷和普通鈷平衡試驗的这种比較,使能提出这样的見解:动物体的組織不是同等地对待人工放射性鈷和非放射性鈷的。使用不同的人工放射性元素来研究这些元素,結果基本上証实了从前已知道的关于这些元素在組織庫中的分佈和关于其排出的途徑的事实。

所列举的資料虽然不是詳尽無遺的,但是仍可清楚地說明微量元素之参与动物体内的生物化学变化;微量元素对新陈代謝、生長、發育、繁殖机能和造血作用的影响等等。

可以認為,微量元素对动物体的影响是借助于它們与維生素、激素和酶的关系来实现的。很可能,微量元素对动物体的影响也可以直接通过神經系統来实现,但是這個問題几乎还没有研究过。关于中樞神經系統及其他神經系統內的微量元素成份的資料,对于在这方面作出不管是什么样的結論都还是不充足的。

微量元素与維生素的关系,差不多在20年前就已推測过。許多研究者指出了維生素 B_1 的机能对錳素的依賴性、稻穀內錳素和維生素 B_1 含量的平行現象。借助于錳素已达到了消除鴿子維生素 B_1 缺乏症的征候,并可延長其寿命期至2—3倍。很明显,在动物体利用維生素 B_1 时錳是起着催化剂的作用的。

錳对維生素 C 合成的作用,已引起了使用錳素来治疗坏血症的

尝试。

維諾庫羅夫(Винокуров)已确定,在錳的影响下可以加强脫氫抗坏血酸变为二酮古洛糖酸的轉化。

同时也已証明,無錳的食料可引起动物体内發生像患維生素E缺乏症时所發生的那样的变化。一些学者認為,在骨組織內氮的含量減少时維生素D对骨組織代謝的影响也会減弱。已經發現,碘对胡蘿卜素合成維生素A可發生抑制作用。我們已指出过,由于鈷是維生素B₁₂的固定組成部分,所以它可作为抗坏血因子發生作用。

所提出的关于微量元素与維生素的关系的簡短的报道材料使得可以認為,在某些情况下可以看到微量元素的作用与某些一定的維生素的作用相似,在另一些情况下可以确定維生素的成份中存在着微量元素;其次可以認為微量元素对一些維生素合成作用的影响是已經查明了的。各种微量元素与一些維生素的机能的关系,已引起了人們的注意。

微量元素与激素的关系,也和微量元素与維生素的关系一样,可以認為是被确定的了。經 M. И. 什科里尼克的研究結果証明(1938),銅和錳可減輕患糖尿病的狗的血糖过多,以及銅鹽可減輕腎上腺素血糖过多。甘道夫斯基(Гандовский)根据他所进行的对腎上腺素血糖过多的試驗和在这个时候銅对动物体的作用的試驗,已作出了結論說銅是腎上腺素作用的表現所必需的元素。在同时給动物体輸入鋅素时可加强胰島素的血糖缺乏效果,这种指示是很有意义的。由于从前已指出鋅在胰腺內的含量頗多以及这种金屬元素与胰島素自然化合的可能性,所以上述的那些資料已引起研究者的注意。曾有过一种見解說,結晶胰島素能够与許多元素(鋅、鈷、鎳、錳)化合。胰島素金屬衍生物(металлопроизводные инсулины)的获得及对其活动性的研究乃是这个領域中当前的任务。

在文献中已积累的关于胰島素金屬化合物的矛盾必須获得解决。應該指出,据說已發現鈷在胰島素內的含量为其在胰腺內的含量的100倍。

已經完全确定了鋅在垂体内有着很高的含量,因而借助于鋅素有可能把亲生殖腺激素的活动性加强至 40—50 倍。

在甲狀腺激素——甲狀腺素——方面,大家都知道其成份中含有碘,以及在甲狀腺机能亢进时氟可能会減弱甲狀腺素的作用,而溴可以压制甲狀腺的机能。同时已經确定:鎳、銅、錳和溴可以減輕腎上腺素血糖过多,氟可以加强腎上腺素血糖过多,而鈷、碘和硼則对它不發生影响。銅、錳、鎳、碘和硼可加强动物体对胰島素的感应性。氟可以減弱胰島素的作用。

已积累的关于微量元素与激素的关系的實驗資料指出这些物質对內分泌腺的正常机能所必需,以及微量元素对激素活动性的無可置疑的影响。

由于时常發現微量元素在內分泌腺內的集中,所以产生了微量元素有可能参加激素合成作用的問題。所进行的研究为用微量元素輸入有机体的方法以調整激素的作用开辟了远景。

在数十年內,已积累了关于金屬对酶的作用的大量資料。

正如大家所知道的,在酶分子的成份中含有蛋白物質(蛋白携帶体)。已經确定,帶有鹼金屬、鹼土金屬或重金屬的蛋白可借助于酸的分类而形成各种鹽类,以及用 NH_2 、 CONH 根中及其杂环(咪唑、吡咯、吡啶)中氮的副价形成各种綜合体。有人認為这样的蛋白化合物不是特殊的;但是,用人工方法获得的对一些化学作用表現出了特殊活动性的明膠銅化合物却可推翻这个結論。而在酶內蛋白是与活性基化合的携帶体,在这种情况下如將金屬注入蛋白分子內可对酶的机能發生特殊的作用(例如,銀可抑制蔗糖酶的作用)。而如果使这种銀与硫化合,那末蔗糖酶的活动性則又可以恢复。

已經确定,酶有着兩类在与金屬化合的特性上不同的主要的族。在第一族中,金屬与酶的化合是極其穩固的。属于这种酶的,有含銅的多酚氧化酶和含鋅的碳酸酐酶。在这种情况下金屬与酶的蛋白物質化合得極其穩固,即使借助于可与金屬一起形成穩固和特殊的化合物的試剂也不能把这些金屬从酶的蛋白携帶体中分离开来。例如,

当鋅是处在碳酸酐酶的成份中时，可以与鋅产生綜合体的咕吱仲（Дитизон）也不能与鋅化合。甚至在用鹽类、醇、丙酮来沉淀酶时和在各种吸附剂的作用下也不能把金屬从酶中分离开来。尿酸酶也应当属于难离解的含鋅酶。第二族酶的特征为含有与蛋白携帶体化合得不稳固的可离解的金屬。属于这一族的，有羧酶、精氨酸酶、烯醇化酶、醇已糖酶、肽酶和磷酸酶等。在用簡單的過濾分析时就可以把錳从精氨酸酶中或把錳或鎂从磷酸酶中分离开，在鹽类、醇和丙酮的弱鹼性溶液作用下可以把錳从烯醇化酶，醇已糖酶，肽酶中分离开。可能引起这些酶的反应的不止一种金屬而有好几种。例如烯醇化酶的反应可能受鎂、錳或鋅的抑制；而硫胺素磷酸酶的反应可能受鎂、錳、鈷、鈣或鉄的抑制。可以認為，存在活細胞內的酶不是含有某一种固定金屬的一个类型中的一种酶，而是以含有各种金屬为特征的一个类型的整族酶，这是極有可能的。例如，羧酶显然能处在与錳、鎂或鈷的化合状态中，而精氨酸酶能处在与錳或鎂的化合状态中，烯醇化酶能处在与鎂、錳或鋅的化合状态中，肽酶能处在与鈷、鉄、鋅、鎳、鎂或錳的化合状态中，磷酸酶能处在与錳、鎂、鈷、鈣或鉄的化合状态中。一个类型的以金屬来区分的这样的酶族称之为等力酶〔罗什，(Roche), 1946〕。金屬在酶內的互換已是實驗上确定了的事实。細胞內的金屬含量与酶离解产物之間的平衡作用，可以調整等力酶的生理学活动性。等力酶的生物学作用現在还不知道。这是酶学领域中当前的研究任务。

一些学者借助于金屬查出了一些存在于生物体的物質中而并不表現活动性的酶。例如，在鴿子的肝和肌肉內以及在鷄肝內一般不能發現精氨酸酶。而在輸入錳时則表現出对精氨酸的特殊作用。借助于錳可以使鷄胚的精氨酸酶活动化。

已經証明，用碘化鉀可在哺乳动物胎兒的血液中查出活动性碳酸酐酶的存在。

酶学說的目前情况，可十分明显地証明金屬（其中包括微量元素）在酶机能中的巨大作用。

在生理学和生物化学面前已产生了与阐明微量元素在动物体内的作用有关的新的广泛的任务。首先是必须研究出微量元素与能够调整动物体生物化学作用的物质(如维生素、激素和酶)的关系。其中在酶方面,研究的基本方向在于研究微量元素在酶结构中的位置和研究等力酶的生物学作用。

还在不久以前,多数的生理学家和生物化学家曾认为微量元素在动植物体内是偶然的混合物,因而曾拒绝过系统地去研究微量元素的生物学作用。目前已证明,对钴、锰、钼及其他微量元素的生物学和生理学的研究有着很大的国民经济意义。

同时,必须编绘出微量元素在苏联不同地区的分佈图,确定生物地质化学区和研究由于周围环境微量元素缺乏或过多所引起的风土性疾病,找出治疗风土性非传染病的合理方法。

当前的任务,是综合的和有系统的去研究微量元素的生物学作用。组织综合性的植物栽培和动物饲养的特殊试验站以便对微量元素在土壤和植物体内的习性、对土壤的微量元素肥料、对作为农畜营养因素的微量元素的作用,进行长期而经常的观察,这是能够使得在微量元素生物学作用的领域中获得成就的。

植物栽培和动物饲养的专门机关以及生物学、兽医学和医学各研究所,应当有计划地从事于微量元素问题的研究。

参 考 文 献

- Берзинь Я. М. 1952. Значение солей кобальта и меди в кормлении сельскохозяйственных животных. АН Латв. ССР.
- Боровик С. А. и Ковальский В. В. 1939, Микро- и ультраэлементы мозга. Физиологич. журн. СССР, XXVI, 6.
- Вернадский В. И. 1940, Биогеохимические очерки, АН СССР
- Виноградов А. П. 1944. Химический элементарный состав организмов Моря. Тр. биогеохимической лаборатории, т. VI.
- Виноградов А. П. 1949. Биогеохимические провинции. Тр. Докучаевской сессии АН СССР.
- Войнар А. О. 1947. О распределении микроэлементов между кровью и

- тканями животного организма. «Укр. биохим. журн.», XIX, 3.
- Всяких М. И. 1950. Роль кобальта в жизненных функциях овец романовской породы. «Советская зоотехния», № 7.
- Голодобов А. Д. 1952. Биогеохимическая провинция на Южном Урале, обогащенная никелем. Бюлл. моск. об-ва испытателей природы.
- Ковальский В. В. и Чебаевская В. С. 1949, Значение кобальта в питании романовской овцы. Докл. ВАСХНИЛ. № 2.
- Ковальский В. В. и Чебаевская В. С. 1951, Кобальтовая полноценность кормов для романовской овцы. Докл. ВАСХНИЛ, № 8.
- Ковальский В. В. и Чебаевская В. С. 1952, Распределение кобальта в крови. «Успехи соврем. биологии», XXXIII, 2.
- Малюга Д. П. 1950. О биогеохимических провинциях на Южном Урале. Докл. АН СССР, LXX, 2.
- Пейве Я. В. и Вайзупиете И. П. 1949. О содержании кобальта в почвах Латвийской ССР. Изв. АН Латв. ССР, 5/22.
- Петренко Б. Г. 1950. Эндемическое заболевание — «хроническая уро-везикальная гемутария крупного рогатого скота» в некоторых пунктах Закарпатской области Украинской ССР. Рефер. докладов на конфер. по микроэлементам. Изд. АН СССР.
- Шкельник М. И. 1933. О биологической роли солей элементов, находящихся в организме в минимальных количествах. Физиологич. журн СССР, XXV, 3.

[陈業文譯 潘行熙校]

碘在甲狀腺生理學中和在防治地方性 甲狀腺腫中的作用

O. B. 尼科拉也夫

尚在十月革命前，甲狀腺腫的研究者就已注意過地方性甲狀腺腫的嚴重後果——矮呆病和退化。受苦的居民和在不衛生條件下生活的居民的苦難境遇，曾促使這種疾病的傳播。

但是，在那個時候，科學家們和愛國醫生們所發出的防治這種疾病的呼籲並沒有得到響應。

在偉大的社會主義十月革命以後，在蘇聯以空前未有的規模進行着甲狀腺腫的研究工作。地方性甲狀腺腫在目前正被放在有機體與環境統一問題的研究領域中進行詳細的研討，因此對這種疾病就開展了全面的 research。

甲狀腺腫的防治，是以全面地研究其分佈地區所存在的各種條件和研究人體患甲狀腺腫的最重要的表現為依據的。

馬克·凱里松(Мак Керрисон)提出過甲狀腺腫病因學的傳染-毒素理論。這一理論的錯誤，已為建議用碘預防方法對甲狀腺腫進行防治的蘇聯科學家們所証實。

1930年，創立了地方性甲狀腺腫病因學和病之發生的原理，並根據這一原理確定了抗甲狀腺腫的鬥爭的方向。

為了驗證這一原理的正確性，曾組織了一個綜合考察隊。在考察據點之一，用碘和其他方法對甲狀腺腫進行了防治工作。

我們考察隊的工作，特別是對甲狀腺腫患者的外科手術，給予了從前不懂得甲狀腺腫治療方法的山谷地區居民以很大的幫助。在納里奇克城曾建立了甲狀腺腫防治試驗站，現在已改為抗甲狀腺腫防治所。由於這一工作有了經驗，在卡巴爾德用普遍預防的方法組織

了甲状腺肿的有效防治工作。

现在，正研究着地方性甲状腺肿的发展规律。为了正确地理解其发展规律，必须首先了解碘在自然界中的循环和分佈，了解碘在甲状腺生理学中的作用。

在头两个问题方面，A. П. 維諾格拉多夫和他的同事的工作是特别有价值的。他们也和我們其他考察队的参加者一样，确定了存在甲状腺肿地方病的各个地区的水、土壤和食物中的碘是不足的。在这些地区的条件下，人体对碘的晝夜需要量是不能滿足的。

关于碘在甲状腺生理学中的作用这方面，现在已有許多我国和外国科学家的著作，例如甲状腺素激素的合成，示踪碘在有机体内的循环等著作。

根据文献資料，在公牛的 1000 克甲状腺內所含的碘大約为它的脾所含的碘的 1600 倍，而为它的肝所含的碘的 3000 倍。

在人的每 100 克甲状腺組織內含碘 56 毫克，或更多一些（例如，在冰島人的每 100 克甲状腺內含碘达 83 毫克）。在放牧于瀕海放牧場的牲畜（如綿羊）其甲状腺內碘的含量达 1%。

已經确定了，甲状腺素激素含有碘 65.3%。但是，碘是包含在一些于甲状腺內形成的間質化合物的成份中，而这些間質化合物是依靠在血液內循环的外来矿物碘和有机碘所形成的。

如果人的甲状腺因某种原因被完全去掉，并因此使有机体失去甲状腺素激素的話，那末用甲状腺碘質代替激素疗法可防止脫垂現象。而在这种情况下当确定有机体需要的激素制剂用量时，首先要确定甲状腺所产生的甲状腺素晝夜量，其次要确定为碘晝夜产物所需的碘量。对無甲状腺者的甲状腺碘質替补疗法表明，成年人的甲状腺在 3 晝夜內約产生 1 毫克的甲状腺素，因而要合成这个数量的甲状腺素每晝夜最少需要 0.65 毫克的碘，或 200 当量多一些的碘。在計算食物中所消耗的碘的晝夜量时，确定了大約消耗相同数量（100—200 当量）的碘。

每晝夜在尿液中是排出相应数量（100—200 当量）的碘。

上面所列举的有机体对碘的晝夜需要量，是在完全沒有地方性甲狀腺腫的地区統計出来的。在甲狀腺腫普遍的地区和在自然界中碘不足的“生物地質化学区”，上述碘消耗量的数字下降得很显著（有时降至10%，有时降至50%）。但是在这些地区，甲狀腺表现出对碘特别“貪婪”，因此大大地增加了的甲狀腺的組織总量，可以含有正常的或接近正常的碘量，虽然組織內碘的單位含量是要大大地減少和整个碘平衡是要被破坏的。

上述研究碘在有机体内的循环的新方法，已揭發了甲狀腺生理学中的許多現象。許多学者正在研究甲狀腺儲存和累积示踪碘的現象。

在正常情况下，甲狀腺能利用約50%的輸入有机体的示踪碘，在碘輸入量大于正常量时能利用較少的碘量。例如，垂体的促甲狀腺激素可提高甲狀腺对碘鹽的吸收和加强碘在甲狀腺素內的变性。从另一面來說，許多物質（硫代氰酸鹽、衍生硫脲、磺胺、鈣和氟等）能造成碘的相对不足，減少甲狀腺对碘的利用和減少甲狀腺素的合成，这在實驗中可引起像进入有机体的碘絕對不足时那样的甲狀腺腫型的效应。这种現象已經我們在全苏實驗內分泌学研究所在實驗和临床方面进行过驗證。無論在碘的相对不足或在碘的絕對不足时，甲狀腺都能起增生反应，虽然在头一种情况下碘在尿液內的排泄量是正常的或稍高的，而在后一种情况下碘在尿液內的排泄量是較低的。不容置疑，甲狀腺的这种反应是在神經系統的調节参加下进行的。

研究甲狀腺腫的分佈的試驗表明，虽然在自然界中碘不足的条件进入有机体的碘量很少，但不管地方病的严重程度如何而大部分居民都沒有患甲狀腺腫。碘的进入量每晝夜有可能降低到50—25当量或更低一些，然而似乎仍然可产生必需数量的甲狀腺素。显然，在有机体内是具有一定的調节补偿機構，因此人体仍然是健康的。經我們發現：在上述情况下生活条件同时起着巨大的作用，人体能特殊地适应自然界中碘不足的条件。

經証实，神經系統营养机能的狀況同时有着非常重大的作用，所

以我們能知道,当受傳染-毒素的影响而使植物性神經系統有形态学上的变化时,在碘不足的情况下会提高地方性甲状腺肿的發病率。同时有根据認為:在不同地理条件下經世世代代已在居民中确立了其对碘的需要水平,因此进入有机体的对一个地区的居民是充足的碘定額可能对另一个地区的人是不足的。在居民迁徙时應該考虑到上述情况,我們可以从研究甲状腺肿地方病的試驗中了解到这一点。但是,生活水平愈高和傳染-毒素的因素所引起的不良影响愈小,或可降低有机体对碘的利用的和可改变神經系統的营养机能的化学因素和飲食因素所引起的不良影响愈小,則可以保証甲状腺和整个有机体的正常机能及正常状态的碘进入有机体的数量亦愈大。

最后,除了碘以游离矿物碘形态在有机体内循环以外,有机碘化物(特別是十分特殊地影响着有机体的發育、組織分化、神經系統机能、同化作用和異化作用的甲状腺素激素)在有机体内起着巨大的、主要的作用。但是甲状腺素本身的作用也会随神經系統的条件和調节作用而有所改变。

不仅是甲状腺肿發病率頻率会随衛生保健条件、营养条件及其他因素而有所改变,而且病理学过程的特性、結节型甲状腺肿的頻率、甲状腺組織破坏性变性的程度和甲状腺机能亢进或甲状腺机能迟鈍的表现等的發展也都会随上述因素的不同而有所改变。甲状腺肿的所有这些特点,显然,首先是决定于神經系統的状况,尤其是决定于遭受到各种媒質因素影响(心理作用——抑鬱或刺激的生活条件、遭受疾病影响、毒素影响、飲食影响和許多其他的影响)的神經系統的状况。应当指出,在患甲状腺肿而变性的甲状腺組織内利用碘的生理学过程和甲状腺素的形成都要遭到严重破坏。

关于碘在甲状腺生理学中的作用的这些資料指明:使用生理学上所必需的碘量来預防甲状腺肿,而使用較高的碘量来治疗甲状腺肿是完全有根据的。同时也証明可使用甲状腺碘質来治疗某些形态的甲状腺肿,在甲状腺机能迟鈍情况下在其表现最輕的时候就使用甲状腺碘質来进行治疗,在这种情况下甲状腺碘質可比碘制剂产生

更大的效果。

使用扩散性制剂治疗，多半是在弥慢性甲状腺腫增生早期才会發生效果的。結节型甲状腺腫通常都应当进行外科性治疗。

借助于每吨鹽含碘化鉀 10 克的碘平衡食鹽，对甲状腺腫地方病地区的所有居民进行預防性的碘平衡，在抗甲状腺腫的斗争中有着重要的作用。在我們苏联就是采用碘化鉀的这种标准的。但是在美国自 1941 年起就建議使用更大量的碘化物，即：每吨食鹽含碘化鉀 100 克。这种大大超过对碘的晝夜需要量，看来不会引起任何危險的后果，碘化物的这种用量大約更适合于瀕海地区沿岸地带居民对碘的晝夜消耗。碘預防用量——这就是生理学上的、能保証有机体应有的代謝过程以及保証内分泌腺和神經系統的机能的用量。

根据上述情况可以看出，在甲状腺腫的防治中，不仅是碘、而且居民的生活物質福利和衛生保健条件也都有着重大的意义。在用碘和甲状腺碘質及用外科手术进行治疗的情况下，当估計抗甲状腺腫的效果时，特別應該考虑到上述的这些最重要的因素。

應該指出，作者在全苏实验内分泌学研究所研究出的外科性干涉法，在治疗地方性結节型甲状腺腫而甲状腺底基动脉不加綑帶的情况下，能保証在排除甲状腺腫的結节后所留下的沒有变化的或变化很少的腺組織的营养和神經的分佈。甚至在施行手术前發現患者有甲状腺机能迟鈍現象的情况下，上述方法也能保証甲状腺正常的生理学机能。同时在这种情况下，不仅消除可以形成甲状腺腫培养物的、包围着甲状腺腫結节的甲状腺組織的挤压具有作用，而一定的再生过程也是有作用的。按照一般的方法使用抗甲状腺腫的碘預防，可以有效地防止甲状腺腫的再發。施行手术后的死亡率，我們几乎把它減少到零了。甚至在明显的矮呆病的情况下，也采取过施行手术的方法。已达到的成績是表現在減輕甲状腺机能迟鈍、消除其他病征方面，并且由于使用甲状腺碘質补充治疗，患者已成为能够从事劳动的人了(圖 1 和圖 2)。

使用我們所建議的食物(菜或茶)碘平衡法，已产生了頗大的效



圖 1 22 岁的矮呆病患者普利魯茨卡
姬 (1950 年 5 月)



圖 2 同一患者在施行手術經 2 個月後的
照片 (1950 年 7 月)

果，其計算方法为对成年人每人每週一次在公共食堂中用碘化鉀 1 毫克。

在使用碘預防時任何的間斷都是不允許的，而应当經常不斷地進行，同時要保證對碘平衡鹽的質量和保存的監督。

在文獻中已經指出，第一次帝國主義戰爭時期在德國由於製造含碘豐富的智利硝石肥料的工廠停閉，甲状腺腫發病率曾經增長過。這種事實證明，在有甲状腺腫地方病的地區使用含碘肥料是很合理的，因為這不僅可以預防人的甲状腺腫病，而且也可以預防牲畜的甲状腺腫病。同時有必要借助於把碘平衡鹽混入牲畜飼料的方法來進行碘預防，這對預防無論是人或動物的甲状腺腫都是有作用的。

結 論

碘在人体内的生理学作用，主要是取决于这种元素对甲状腺素激素合成的参加。

甲状腺的激素特殊机能是由于碘从外界，首先是从食物以及水和空气进入人体和动物体而取得保证的。

根据一般的意见，对许多人来说每昼夜进入人体 100—200 当量的碘才可保证甲状腺的正常状况和机能，而根据我们在甲状腺肿地方病的地区的观察，进入很少的碘（每昼夜 50 当量，甚或 15—10 当量）就已足够了。各方面的生活水平愈好，人体受到对神经-内分泌系统发生影响的传染-毒素因素所引起的或能降低有机体对碘的利用的化学因素所引起的不良影响愈小，则能够保证甲状腺及整个有机体的正常状况和机能的碘含量的可能变动亦愈小。

甲状腺是有机体内碘的主要蓄积体，这可以由各种组织内碘含量的化学分析研究和用示踪碘的研究证实。

一些化学物质——硫代氰酸盐、衍生硫脲及在周围环境和在有机体内所遇到的其他一些物质（例如钙、氟等），在降低甲状腺对碘的吸收同时，可引起甲状腺的增生反应。

在以上所列举的生理学资料范围内详细地研究地方性甲状腺肿的病因学问题时，不仅可以揭露这种疾病的发展规律，而且可以在抗甲状腺肿的实际斗争中运用现有的关于碘在有机体内的作用和碘在生物圈中的分佈的资料。同时，在对甲状腺肿各种病灶进行地方性研究时所获得的关于居民生活条件（卫生保健等条件）的最重要的资料，也必须加以利用。

我们正从有机体与环境统一的观点来研究地方性甲状腺肿的防治问题。

全苏实验内分泌学研究所考察队，各医学院、甲状腺肿防治试验站，而主要是苏联科学院生物地质化学实验所（现为苏联科学院维尔纳德斯基地质化学和分析化学研究所），已对碘在地方性甲状腺肿病

灶中的分佈进行过研究(A. П. 維諾格拉多夫、E. B. 孟仁斯卡婭等人的工作)。所进行过的研究証實了地方性甲状腺肿病因学理論的正确性,以及作者于 1931 年提出的并完全为实践所証實的抗甲状腺肿的斗争方法的正确性。

既然地方性甲状腺肿病因学和病之發生的原理是被确定了的,今后就必须繼續研究这种疾病的發展規律和它的預防方法。这对于保健机关在出現这种疾病的各地区为消灭这种疾病进行組織措施,是有着很大的实践意义的。

碘不足的现象是取决于各种不同的环境条件的,其中社会生活条件具有最重要的意义。同时,性别、年龄和其他因素也同样有关系。

根据我們对地方性甲状腺肿的病因学的了解,可在下面三个方面組織对这种疾病的防治:公共保健措施、碘預防和治疗。

每吨鹽含碘化鉀 10 克的碘平衡食鹽,可以由工厂进行生产。这种食鹽的消耗,即能增加碘进入有机体的数量,以致使完全滿足有机体对碘的晝夜需要量。这样可以保証甲状腺正常的(生理学的)机能,并且甚至在从前是严重地感染甲状腺肿和矮呆病的病灶的地区也能完全防止地方性甲状腺肿的發展。

目前,由于苏联各族人民的物質福利的不斷增長和在曾經散佈有甲状腺肿的各地区使用碘預防法进行了抗甲状腺肿的斗争,这种疾病已大大地減少或已完全消灭。例如,在 1933—1939 年进行的卡巴尔达自治共和国居民的保健試驗即具有卓越的作用,卡巴尔达自治共和国的居民获得充分保健都是苏联医学界的成績。正如上面所說过的,只是在敌人临时佔領时期才發現过甲状腺肿疾病的再發,然而經恢复碘預防后現在可以認為甲状腺肿疾病在卡巴尔达实际上已被消灭了。

因而: 1. 碘預防法是防止甲状腺肿疾病的基本措施。

2. 为了及时地組織碘預防,應該在下列地区对兒童进行有系統的調查:經初步研究确定了在水、土壤和食物中碘不足的地区;預料

碘可能缺乏的地区(高山地区、沼澤地区、泥炭土丰富的地区、沿分水嶺而且土壤为沙土和壤土的森林地区)。

3. 由于几乎完全缺乏关于动物体内碘代謝的研究工作和缺少关于碘在植物栽培和动物飼养中的作用的資料，所以在这方面應該进行必需的研究工作，以便闡明碘的不足对动物罹病率和生产率的可能不良影响和組織适当的預防措施。

[陈業文譯 張仲葛校]

鈷对动物有机体的作用

В.В. 科瓦里斯基

鈷在植物有机体内的存在是列格里普 (Легрип) 于 1841 年所發現的，而鈷在动物有机体成分中的存在是 В.И. 維尔納德斯基 于 1922 年首先所指出的。

仅仅在最近几年，才彻底地确定鈷对动物是一种極為重要的生活元素。

研究鈷在动物体内的生理学作用的全部历史总共約为 20 年，并且这一历史是与同时研究鈷在周圍环境——土壤、植物性食料和飲用水中的分佈联系起来的。这些研究已很好地表明有机体对作为週圍环境化学因素的鈷素的依賴性。創造了生物地質化学的 В.И. 維尔納德斯基 第一个(1940)把週圍环境因素，特别是把微量元素在生命現象中的作用問題提到了原則性的高度。В.И. 維尔納德斯基和 А.П. 維諾格拉多夫 (1932, 1938, 1940) 研究了在週圍环境中微量元素缺乏或过多的影响下有机体的变異和疾病發生的問題，这种研究对發展生态化学是一种新的鼓励。

在土壤和放牧場植物体内鈷含量缺乏的情况下（在澳洲南部和新西蘭等地），对綿羊疾病的研究促使了关于鈷的生理学知識的迅速和順利的發展。

在一定的微量元素缺乏或过多的地区对土壤、食料、植物和动物有机体进行經常的或考察性的綜合調查研究，这对研究各种微量元素的生物学作用應該具有重大的作用。全苏畜牧科学研究所作者領導下于 1944—1945 年組織到雅罗斯拉夫省散佈有不明病因的罗曼諾夫羊的貧血症的地区的考察，就是一个例子。参加考察的有生

物学家、生物化学家、化学家、当地的动物学家、农学家和兽医师。这样的考察組成成份保证了全面地进行贫血症病因的研究。經确定：当地飼料內鈷素缺乏是罗曼諾夫羊患贫血症的原因，加喂鈷素能够对綿羊發生良好的影响并可治癒其贫血症。

根据 Д.П. 馬留加 (1944) 的資料, 苏联土壤內鈷的平均含量为 $1.0 \cdot 10^{-3}\%$ 。

在苏联一些地区, 土壤中鈷的含量極低。經全苏畜牧科学研究所考察队(科龙里斯基和切巴也夫斯卡娅, 1945)确定, 在雅罗斯拉夫省舍尔巴科夫区灰化砂土內鈷的含量平均达 $3.0 \cdot 10^{-4}\%$ (佔于物質量)。上層干谷地和下層干谷地之上層 (22—27厘米) 的褐色灰化砂土含鈷特別丰富 ($3.8 \cdot 10^{-4}$ — $3.3 \cdot 10^{-4}\%$); 而上層和下層干谷地之間中間面积的上層 (23厘米) 的疏松沼澤土則含鈷貧乏 ($8 \cdot 10^{-5}\%$), 下層干谷地的沼澤土含鈷也是貧乏的 ($1.3 \cdot 10^{-4}\%$)。沼澤土中鈷的含量是随深度而增加, 提出这一点是很有意义的:

第1坑		第2坑	
深度(厘米)	鈷含量(%)	深度(厘米)	鈷含量(%)
23以下	$0.8 \cdot 10^{-4}$	15以下	$1.3 \cdot 10^{-4}$
60—65	$2.9 \cdot 10^{-4}$	20—25	$2.0 \cdot 10^{-4}$
90—170	$3.7 \cdot 10^{-4}$	70—110	$4.2 \cdot 10^{-4}$

在典型的上層干谷地的情况下可以發現另一种規律性; 在这里鈷的含量是随深度而降低:

第3坑	
深度(厘米)	鈷含量(%)
27以下	$3.8 \cdot 10^{-4}$
30—45	$1.6 \cdot 10^{-4}$
110和110以上	$2.0 \cdot 10^{-4}$

林地放牧場的腐植質-灰化土 (第6坑) 在暗色的上層 (深15厘米) 含鈷丰富 ($4.2 \cdot 10^{-4}\%$), 而在淡紅色層 (深約50厘米) 則含鈷貧乏 ($2.7 \cdot 10^{-4}\%$), 而林地沼澤土 (第7坑) 正相反, 在灰色的上層 (38厘米以下) 鈷的含量 ($2.6 \cdot 10^{-4}\%$) 比淡紅色層 (深度38厘米以上, 含鈷

$4.9 \cdot 10^{-4}\%$)的要低。熟地的常耕和施肥層是含鈷特別丰富的,这种土層鈷的含量达 $5.5 \cdot 10^{-4}\%$ (第 8 坑)。

拉脫維亞共和国一些地区的土壤,与雅罗斯拉夫省的相比較,發現前者鈷的含量最低,在前者 13 个县对土壤的含鈷量进行过調查研究,并根据調查研究的結果繪成了鈷在土壤中的散佈地圖[彼依維和阿伊祖比也捷 1949; 彼依維, 1950; 貝尔金什(Берзиньш), 1949]。

經証明,生草-灰化砂土是含鈷最貧乏的 ($0.4 \cdot 10^{-4}—1.5 \cdot 10^{-4}\%$),而生草-灰化壤土和褐鈣土是最能保証这种元素的 ($2.5 \cdot 10^{-4}—4.0 \cdot 10^{-4}\%$)。应当指出,在拉脫維亞共和国甚至在同一农場的区域內,根据土壤特性和土壤熟化程度可以遇到在鈷含量上差別很大的地段,这就影响到各种放牧場在鈷素上的不等价;笔者和B.C.切巴也夫斯卡婭在雅罗斯拉夫省也看到过同样的情况。

在土壤中提高了鈷的含量的地区也是大家所熟知的。例如,在阿克秋賓省的一些地区土壤中鈷的含量可达 $1.7 \cdot 10^{-2}—3.6 \cdot 10^{-2}\%$ (馬留加, 1944, 1950年)。在土壤中提高鈷含量的同时,并可增加土壤中鎳的濃度和改变这两种元素的比例 ($\text{Co}:\text{Ni}=1:15$, 而普通这种比例为 $1:4$)。在这种情况下一些植物体可集中鈷和鎳,因而即發生它們特殊的形态学上的变种(白的、無花瓣和無子实的鵝掌草,紫菀和蒿的特殊变种等)。

土壤中鈷的含量減少或增加时,飼用植物体内鈷的含量也随之改变,这就会引起动物有机体内鈷的貧乏或丰富。在雅罗斯拉夫省繁育罗曼諾夫羊的各个地区,放牧場牧草平均样品的鈷含量是相差很大的。一些放牧場是含鈷極為貧乏的,例如在第十六次党代表大会国营农場的庫茲明田地,羊吃的青草平均样品含鈷 $8.2—9.8$ 微克/百克(佔干物質的)。賀貝列伏村(“农夫”集体农庄)的干谷地放牧場可以作为含鈷丰富的放牧場的代表,那里的植物新枝梢和牧草的平均样品含鈷 $58—75$ 微克/百克(佔干物質的)。从表 1 可以看到,雅罗斯拉夫省舍尔巴科夫区各放牧場的鈷含量是相差到何种程度的(科瓦里斯基和切巴也夫斯卡婭, 1945—1947)。

表 1 放牧場牧草的鈷含量

采样時間	样 品	鈷含量, 微克/百克		采 样 地 点	附 註
		佔湿重的	佔干物質的		
1945年 7—8月	牧草。幼嫩枝	19.5	74.6	賀貝列伏村, 上層干谷地	羊迭吃和吃
	牧草。平均样品	10.3	57.6	同 上	
		8.6	50.7	賀貝列伏村, 中層干谷地	
		5.6	54.4	同 上, 下層干谷地	
		7.0	45.3	巴甫連科村, 森林放牧場, 不受陽光地段	
		11.3	67.8	巴甫連科村, 森林放牧場, 受陽光地段	
	牧草。幼嫩枝	12.8	56.4	同 上	
		9.6	42.9	庫金諾村, 森林沼澤地放牧場	
	牧草。平均样品	11.4	58.0	同 上	
	牧草。平均样品	2.7	8.7	第十六次党代表大会国营农場, 挨近第2野外羊圈的林緣地	矮小的、褐色的牧草, 羊不乐意吃
1946年 7—8月		11.0	44.0	第十六次党代表大会国营农場, 森林放牧場。	高而質粗的牧草, 羊不乐意吃
	欧洲山楊叶皮	—	30.7	同 上	
	欧洲山楊叶子	8.9	43.0	同 上	羊乐意吃
	柳树叶	—	70.5	第十六次党代表大会国营农場, 第2野外羊圈附近	同 上
	牧草。平均样品	6.5	27.0	第十六次党代表大会国营农場, 森林旁放牧場, 耕作地段	羊乐意吃
1946年 7—8月	牧草。平均样品	6.6	27.0	第十六次党代表大会国营农場, 非耕作地段(林緣地)	
	母草。花	無	無	第十六次党代表大会国营农場, 森林旁放牧場, 耕作地段	羊迭吃花
	牧草。平均样品	—	9.8	第十六次党代表大会国营农場, 放牧場(庫茲明田地) 湿润地段	
		2.5	8.2	第十六次党代表大会国营农場, 放牧場(庫茲明田地) 干燥地段	
		—	19.8	第十六次党代表大会国营农場, 放牧場, 第1与第2野外羊圈之間的旧車軸草栽培地	放牧場長車軸草少, 而長毛茛很多

表 2 植物体内的鈷含量 (1945年夏季)

科	植 物	鈷含量 (微克/百克)		采 样 地 点
		佔湿 重的	佔干物 質的	
豆 科	紅車軸草(<i>Trifolium pratense</i>)	7.5 —	41.0 24.4	馬什科伏村 賀貝列伏村, 上層干谷地
	白車軸草	4.0 7.5	27.2 53.9	賀貝列伏村, 上層干谷地
	紅車軸草	11.0	55.8	同 上
	白車軸草	— 5.5	45.6 30.1	賀貝列伏村, 下層干谷地 庫金諾村, 森林沼澤地放牧場
	紅車軸草	7.5	23.9	同 上
	粉花車軸草	6.9	29.7	同 上
	野箭筈豌豆(<i>Vicia silvatica</i>)	—	41.6	庫金諾村, 森林沼澤地放牧場
	野苜蓿(<i>Medicago</i> sp.)	11.0	48.5	賀貝列伏村, 下層干谷地
	草藤 (<i>Vicia cracca</i>)	9.0 6.5	36.0 25.5	賀貝列伏村, 中層干谷地 賀貝列伏村, 上層干谷地
菊 科	千叶蓍草 (<i>Achillea millefolium</i> L.)	5.6 6.5	18.1 25.5	賀貝列伏村, 上層干谷地 賀貝列伏村, 下層干谷地
各种植物	西伯利亞牛防風 (<i>Heracleum Sibiricum</i> L.)	11.2	47.3	賀貝列伏村, 上層干谷地
	斗蓬草 (<i>Alchemilla vulgaris</i> L.)	6.8	34.5	巴甫連科伏村, 林地放牧場, 不受 陽光地段
	土馬脰 (<i>Politrichum juniperinum</i>)	10.7	27.5	賀貝列伏村, 中層干谷地
	問荆 (<i>Equisetum</i> sp.)	6.6	26.9	第十六次党代表大会国营农場, 第2 野外羊圈附近
	苔 (<i>Carex</i> sp.)	9.6	42.9	庫金諾村, 林地沼澤放牧場
禾 本科	白翳股穎 (<i>Agrostis alba</i>)	8.3	20.0	賀貝列伏村, 上層干谷地

續表 2

科	植 物	鉍含量 (微克/百克)		采 样 地 点
		估湿 重的	估干物 質 的	
	白翹股穎, 棒枝条	—	12.9	賀貝列伏村, 上層干谷地
	貓尾草 (<i>Phleum pratense</i>)	2.8	8.1	同 上
	甘松茅 (<i>Nardus stricta</i>)	9.6	26.1	同 上
	草原早熟禾 (<i>Poa pratensis</i>)	11.6	26.1	賀貝列伏村, 上層干谷地
	白翹股穎 (<i>Agrostis alba</i>)	8.7	19.1	賀貝列伏村, 中層干谷地
	雀麦草 (<i>Bromus</i> sp.)	8.8	24.6	賀貝列伏村, 下層干谷地
	甘松茅 (<i>Nardus stricta</i>)	6.4	16.6	巴甫連科伏村, 森林放牧場, 不受 陽光地段
	燕麦 (<i>Avena sativa</i>)	6.9	29.9	賀貝列伏村

根据放牧場植物平均样品許多次的分析可以鑑定, 第十六次党代表大会国营农場的放牧場, 与“农夫”集体农庄的相比較, 前者是含鉍貧乏的放牧場(前者鉍的平均含量約为 12—13 微克/百克, 后者鉍的平均含量約为 25—35 微克/百克)。在第十六次党代表大会国营农場, 羊很乐意吃欧洲山楊的树皮和叶子及含鉍丰富的柳树叶。

为了进行放牧場的鉍素鑑定, 曾分析过各种植物在夏季期間的鉍含量。所获得的結果引列在表 2 中 (科瓦里斯基和切巴也夫斯卡婭, 1945—1947)。

从表 2 中可以看到, 豆科植物能集积鉍, 而禾本科植物則含鉍貧乏。各种豆科植物的平均样品含鉍 24—52 微克/百克, 各种禾本科植物的平均样品含鉍 8—26 微克/百克(均为估干物質的)。各种杂类草在鉍含量方面有时近似禾本科植物, 有时則近似于豆科植物。

由于放牧場的植物种类成份是極易改变的(例如, 根据 A.M. 德米特里也夫 1912 年的資料, 伏尔加河干谷地有豆科植物 40—60%, 禾本科植物 30—40%、杂类草 10—20%, 而低窪干谷地草地有豆科

表 3 飼料和补充飼料內的鈷含量
(按 B.B. 科瓦里斯基和 B.C. 切巴也夫斯卡姬的資料, 1946—1949年)

采样时间 (年 月)	样 本	鈷含量, 微克/百克		采 样 地 点
		佔湿物 質 的	佔干物 質 的	
1946年 3月	干草	23.9	52.0	第十六次党代表大会国营农場, 第1野外羊圈
1947年 3月	車軸草干草	—	23.9	同上农場, 第2野外羊圈
	車軸草干草	32.3		同 上
1949年 3月	湿草原的干草, 青草	—	20.2	“紅色草原地带人”集体农庄, 野 外羊圈
	湿草原的干草, 淋溶土的	—	無	同 上
	湿草原的干草, 青草	—	32.9	“伏尔加队伍”集体农庄, 野外羊 圈
1949年 3月	湿草原的干草, 淋溶土的	—	無	同 上
	大田干草	—	27.2	胜利集体农庄, 野外羊圈
	干草, 杂类草青貯料	—	26.0	“紅色草原地带人”集体农庄
1946年	麩皮	17.2	20.9	第十六次党代表大会国营农場, 第2野外羊圈
1946年 8月	亞麻餅	—	33.9	同 上
	豆餅	—	55.7	同 上
1947年	燕麦	—	17.8	同 上
1946年 7月	混合飼料	8.1	9.4	同 上
1947年 3月	露簪草(田旋花, 欧洲山楊, 柳)	16.9	19.8	同 上
	干草屑(車軸草的)*	—	120.0	同 止
	脫脂乳	0.6	79.9	同 上
1949年 3月	飼用蕪菁	—	無	“紅色草原地带人”集体农庄, 野 外羊圈
1949年 3月	飼用甜菜	—	31.0	第十六次党代表大会国营农場, 第2羊圈(取自飼槽)
	飼用甜菜(洗淨的)	微量	—	“紅色草原地带人”集体农庄, 野 外羊圈
	紅甜菜(洗淨的)	—	13.1	
1946年 3月	骨粉	—	無	第十六次党代表大会国营农場, 第1野外羊圈

* 用干草屑制造浸剂作为羔羊的飲料。

植物 2—5%、禾本科植物 10—20%、杂类草 60—80%), 所以只有根据羊所吃的植物是含钴丰富的佔优势或含钴貧乏的佔优势才能确定放牧場的钴的营养价值。根据我們的調查分析可以認為豆科植物丰富的上層干谷地放牧場与含钴很少的禾本科植物佔优势(达90%)的伏尔加河浸水草地相比較, 前者是钴的良好源泉。低窪干谷地草地和豆科植物極貧乏(2—8%)的森林荒蕪放牧場具有大量的杂草类(达80%), 并且根据植物种类的成份可具有不同的钴营养价值(例如, 羊很乐意吃的母草花完全不含有钴, 而千叶耆草含钴 25 微克/百克, 其他某些菊科植物的钴含量則可达 34 微克/百克)。

根据各种放牧場在这个或那个农場中的比例和在放牧羊时它們的利用性質, 可确定羊的钴营养的特点。繁殖罗曼諾夫羊的地区不能認為是钴貧乏的典型的生物地質化学区。这些边疆地区, 如果善于运用它的放牧場的話, 也能够从这些放牧場获得为羊所需的令人滿意的钴营养; 但是如果在不良的条件下, 这里就会有钴不足的典型的羊貧血症。含钴極丰富的飼料和一些补充飼料(如車軸草干草屑或豆餅)对罗曼諾夫羊的钴营养具有很大的意义(表 3)。

在飼料和补充飼料中含有下列数量的钴素(按M. И. 甫修基赫的資料, 1949):

飼料	钴含量, 微克/百克
燕麦粉.....	19.9
草地干草.....	19.8
車軸草干草.....	23.8
燕麦秸.....	9.8
肉骨粉.....	2.5
青燕麦.....	22.3
青的燕麦穗.....	13.8
青的燕麦莖.....	9.2
青的燕麦叶.....	9.4
魚粉.....	0.02
干酸凝乳.....	無

对照一下我們的和文献中的資料, 我們就可以作出結論說, 只根

据土壤中鈷的含量是不能确定生物地質化学区的存在与否的。在土壤中鈷的各种含量下,在农畜中均可能發生特有的鈷疾病,这是因为植物对鈷的吸收也要看土壤中是否存在其他物質。例如,給土壤施上丰富的石灰时会阻碍植物对土壤中鈷的吸收,而施上丰富的过磷酸石灰时則可促进植物对鈷的吸收。一些学者指出,在苏格蘭土壤中鈷的含量低于 $5 \cdot 10^{-4}\%$,个别地区低达 $1 \cdot 10^{-4}\%$ 时,可出現羊特有的疾病;而其他一些研究者認為对新西蘭來說在土壤中鈷的含量低于 $2 \cdot 10^{-4}\%$ 时就会出现羊特有的疾病是已經确定了。

同时,关于放牧場牧草中能滿足羊所需的鈷的含量的資料也是有矛盾的。根据一些資料,在牧草中含鈷 40 微克/百克和更低一些时羊就会遭受到鈷的不足,在这种情况下羊可以出現特有的疾病的征候。而根据另一些資料,含鈷相当低的放牧場牧草还是有完全营养价值的牧草。

在鈷不足时,于土壤中施入能使放牧場植物富含鈷素的鈷肥料、給牲畜加喂含鈷丰富的飼料(豆科植物和豆餅等)和直接給牲畜加喂矿物鈷,都可以提高农畜的鈷营养(科瓦里斯基)。

在雅罗斯拉夫省和繁殖罗曼諾夫羊的地区,正如我們所証明的,可以看到土壤和飼料中鈷的缺乏現象。在雅罗斯拉夫省的許多地区可遇到羊由于鈷的不足而發生的貧血症。但是那里的羊的这种貧血症表現得沒有像其他省份(如拉脫維亞苏維埃社会主义共和国内的省份)的那樣剧烈。根据T.B.高尔布(Горб)的研究,光用正确的飼养而不估計到鈷的缺乏情况是不能达到消灭罗曼諾夫羊的貧血症和跟着而来的各种繼發性肺病的。

經B.B.科瓦里斯基和B.C.切巴也夫斯卡婭証明,罗曼諾夫羊的鈷不足的特有征候(貧血、弛緩、食慾喪失、粘膜淡白色、血液中血紅素和紅血球的数量下降、对含氮物質的消化減弱、体重下降、日漸發展的衰弱,毛变粗)是可以加喂氯化鈷的方法去消除的(羔羊每週喂氯化鈷 5—7 毫克,母羊喂 7—10 毫克)。

罗曼諾夫羊由于鈷不足致使有机体衰弱时,即發展着繼發性疾

病——肺炎和能够使养羊業遭受很大損害的其他肺病。鈷的补充飼料可以減少肺病的發病率和由肺病所引起的死亡。例如，在获得鈷加喂的試驗母羊中，患肺炎和其他肺病的有 7.5%，死亡 5.5%（佔試驗組羊的总数的），而在沒有获得鈷加喂的对照母羊中，患肺炎和其他肺病的有 27.3%，死亡 21.5%。

拉脫維亞共和国，在實踐中广泛地实行以鈷加喂来对牲畜进行保健，但在它的羊、牛及其他农畜中也發現了由于鈷不足所引起的疾病（貝尔金什，1952）。

苏联科学院生物地質化学實驗室的考察队在卡查赫共和国对含鈷和鎳丰富的矿区的农畜进行过研究，这一研究是很有意义的。我們的考察队在那里發現了牲畜血液中血紅素和紅血球的增加，以及牛的眼角膜病的散佈（高洛洛波夫，1952）。

对鈷生物地質化学区的研究肯定地指明，在土壤和植物性飼料中鈷的含量（这是一方面）与动物有机体的生物学状态（这是另一方面）之間是存在着关系的。这就使得首先必須研究在降低和提高食料日粮中鈷含量的情况下組織和器官內鈷的部位記載学。約斯蘭德（Иосланд）、阿斯凱夫（Аскев）等的著作就是屬於这个問題。

我們的實驗室于 1946—1949 年期間已进行了特別細致的研究分析（分析 1,000 次以上）。

經笔者和 B.C. 切巴也夫斯卡婭（1949）証明，給羔羊短時間的鈷加喂（在 10 天过程中加喂 2 次，每次喂氯化鈷 5 毫克）可使鈷在器官中沉积（表 4）。

从表 4 中可以看到，短期間內在各种器官和組織，特別是在肝內就已儲存了大量的鈷。

作者不止一次地指出过，在測定組織庫时光計算該元素在器官或組織內的百分比含量是有缺点的，因为按器官重量来比的元素（其可变态）的絕對蓄积量是具有生理学上的作用的；参看表 5 的材料就可以說明，鈷在器官內的百分比含量和总蓄积量是不一致到何种程度。

表 4 鈷在羔羊器官和組織內的含量

器 官 和 組 織	羔羊器官內的鈷含量(微克/百克)	
	获得鈷加餵的羔羊	沒有获得鈷加餵的羔羊 (按 4 头平均)
肝	90.5	11.1
腎	12.5	8.6
胰腺	57.7	30.3
肺	10.0	5.8
血	3.6	2.7

表 5 罗曼諾夫羊的器官和組織儲存鈷的情况

(按 B.B. 科瓦里斯基和 B. C. 切巴也夫斯卡婭的資料, 1947年)

器 官 和 組 織	3 头母羊 的 平 均 数 字		
	鈷 的 含 量, (微克/百克)	器官或組織的平均重量 (克)	鈷在器官內的总含量 (微克)
肝	26.0	700	182.0
脾	7.3	60	4.4
胰腺	12.6	30	3.8
甲狀腺	52.0	20	10.4
腎上腺	12.0	5	0.6
腎	3.1	100	3.1
肺	21.8	1,000	218.0
心肌	2.3	140	3.2
骨骼肌	12.5	23,000	2,875.0
子宮肌	10.5	33	3.5
血	6.8	2,100	143.0
胆汁	5.7	10	0.6
骨髓	16.0	—	—
卵巢	163.0	2.3	3.7
胎兒胎盤	1.9	—	—
母体胎盤	3.9	—	—

表 6 罗曼諾夫品种羔羊的器官和組織內鈷的含量(微克/百克)

(按 M. И. 甫修基赫的資料, 1949 年)

器 官 和 組 織	年			齡	
	生 出 后 4 小 时	出 生 后 第 4 天	出 生 后 第 4 天	6 个 月	
性 别	公	母	母	母	公
屠宰时活重(公斤)	1.7	2.7	2.4	16.5	18.9
血	9.9	9.2	5.9	0.3	微量
脾	80	50.5	39.9	無	無
肝	14.6	11.3	10.9	1.3	3.1
真肺(平均)	24.6	13.4	14.2	3.9	8.7
肺上部	27.4	22.3	19.3	無	4.1
肺下部	21.9	4.5	9.2	3.9	13.5
心	無	無	無	1.1	0.95
腎	10	11.4	9.13	微量	微量
腎上腺	113.5	200	150	0.95	1.4
子宫	—	無	無	1.4	—
胆囊	35.0	48.4	42.4	13.4	54.7
胆汁	13.1	4.8	3.1	4.3	12.5
腸淋巴腺	—	—	—	3.2	—
胰腺	24.8	132	155	11.3	4.8
甲狀腺	49.8	91	75	13.3	4.4
胸腺	34.3	264	253	2.5	3.5
延腦	0.6	1.3	0.9	無	0.9
小腦	1.3	0.68	—	—	—
大腦半球白質	無	微量	微量	2.3	3.5
大腦半球灰質	0.7	2.8	2.4	—	—
垂体	89.4	28	18	250	243.9
皮下脂肪	—	—	—	無	無
內臟脂肪	—	—	—	無	無
毛	72.1	169	172	32	37.5

如果按照鈷在各个器官內的百分比含量来判断的話，那末就会造成这种印象：卵巢、甲状腺、肝、肺和骨髓是主要的鈷庫；但实际上鈷的主要蓄积量是沉积在骨骼肌、肺、肝和血液內。其他器官內只含有極少量的鈷。

在我們的實驗室已詳細地研究了在食料內鈷的含量不足时，由出生至6月齡的羔羊以及成年母羊和公羊的組織庫按年齡的改变（表6和表7）。

从表6可以看出，在出生后4小时含鈷丰富的主要是腺器官——肾上腺、脾、甲状腺、胸腺、垂体和胰腺。我們（科瓦里斯基和切巴也夫斯卡娅，1949）也發現了同样的規律性。

羔羊到了6月齡时腺器官即在各种程度上減少已在其中沉积的鈷量。羔羊血液內的鈷含量随着它的生長也有所降低。而垂体和胸腺則是例外的：随着缺鈷的加强，垂体内鈷的沉积可增加，这显然是依靠于其他組織庫的鈷；到了羔羊出生后第4晝夜其胸腺內鈷的含量显著地增加。

同时应当指出，沒有获得鈷加餵和用含鈷貧乏的飼料去飼养的成年羊，其垂体内鈷的含量能保持在相当高的水平上。不久以前（1946），С. А. 保罗維克和 А. О. 沃依納尔（Войнар）已指出了人的垂体内鈷的含量，同时某些数量的鈷也可停滯在成年畜的甲状腺和胰腺內。而其他器官和組織在缺鈷时就会失去这种元素。

根据所进行的观察分析，产生了关于鈷对垂体和胸腺的特殊机能作用的問題。

对食用含鈷貧乏的飼料的和获得鈷补充飼料的母羊和公羊的有机体内鈷庫的比較表明，鈷庫的丰富是直接依賴于日粮中的鈷含量（表7）。

在日粮內鈷不足的情况下获得鈷补充飼料的綿羊，其某些器官和組織內的鈷含量可显著地增加：在血液內增加到2—10倍，在肝內增加到10倍，在肾上腺內—2—8倍，在甲状腺內—2—10倍，在胸腺內—10倍，在垂体内—4倍，在毛內—2—3倍。甚至在日粮內缺乏鈷

表 7 罗曼諾夫品种母羊和公羊的器官和組織內鈷的含量(微克/百克)
(按 M. H. 甫修基赫的資料, 1949年)

器 官 和 組 織	母 羊				公 羊		
	試 驗 組 *		对 照 組			試驗組	对照組
	牲 畜 編 号						
	401、	406	405	404	1408	1844	447
	屠 宰 时 活 重 (公 斤)						
	42	45	43	39	32	57	48
血	3.5	3.2	1.34	2.4	1.3	5.9	1.2
脾	1.9	2.5	無	無	無	2.4	無
肝	3.2	5.5	無	微量	無	1.3	微量
頁肺(平均)	3.5	4.3	無	1.4	無	9.7	無
肺上部	1.3	3.2	無	無	無	5.15	無
肺下部	5.8	5.5	無	1.4	無	29	無
心	無	無	無	1.34	無	9.4	1.3
骨骼肌	1.9	0.96	無	無	無	1.4	微量
腎	3.1	7.4	微量	0.34	無	7.3	微量
腎上腺	30	33.3	13	15.9	25	100	52.4
子宮	無	無	無	0.62	無	—	—
卵巢	4.9	6.2	無	無	無	—	—
睪丸	—	—	—	—	—	3	2.3
胆囊	48.3	66.6	無	16.3	13.5	42.2	28
胆汁	無	無	無	1.3	無	30	無
腸淋巴腺	3.4	10	6.1	0.3	無	3.3	1.4
胰腺	40.8	32.3	5.7	3.5	7.3	84	11.9
甲状腺	34.8	39.4	15.4	20	2.4	94.8	12.4
胸腺	—	14.3	—	—	—	—	—
延腦	微量	—	—	—	—	9.5	1.4
小腦	—	—	—	—	—	1.9	微量
大腦半球白質	—	微量	—	—	—	4.7	4.7
大腦半球灰質	4.2	9.1	—	—	—	12.6	5.2
垂体	450	484	133	266	333	833	200
皮下脂肪	2.5	1.8	無	1.34	無	無	無
內臟脂肪	49.5	50	15.4	49.3	3.5	15	0.3
毛	162	154	49.4	162	52	264	124

* 从 1948 年 1 月 1 日起至 8 月 1 日止每頭獲得氯化鈷 20 毫克。

表 8 罗曼諾夫羊的器官和組織內的鈷含量(根据 M. И. 甫修基赫的資料, 1949 年)

器官和組織	6 月齡第 790 号 * 小公羊				6 月齡第 797 号 * 处女羊				第 1844 号 ** 公羊				第 406 号 ** 母羊			
	鈷 含 量		鈷 含 量		鈷 含 量		鈷 含 量		鈷 含 量		鈷 含 量		鈷 含 量		鈷 含 量	
	重量克	微克 百克	在器官內 的總含 量(微克)	重量克	微克 百克	在器官內 的總含 量(微克)	重量克	微克 百克	在器官內 的總含 量(微克)	重量克	微克 百克	在器官內 的總含 量(微克)	重量克	微克 百克	在器官內 的總含 量(微克)	重量克
血液	—	—	—	—	—	—	2850	5.94	169.3	2440	3.2	78.1	2440	3.2	78.1	2440
脾	35	21.3	6.39	30	16.9	5.07	92	2.4	2.2	80	2.5	2.0	80	2.5	2.0	80
肝	510	14.2	72.4	450	14.5	65.5	750	1.3	9.3	725	5.5	39.9	725	5.5	39.9	725
肺	710	24	170	650	29.6	192	1105	9.7	97.5	999	4.3	42.9	999	4.3	42.9	999
腎	50	1.9	0.97	—	—	—	140	1.4	1.96	110	7.4	8.1	110	7.4	8.1	110
腎上腺	20	9.9	0.24	2.4	8.5	20.4	3.0	100	3.0	3	33.3	0.9	3	33.3	0.9	3
胆囊	6	19.5	1.2	2	48.4	0.96	4	42.2	1.7	2	66.6	1.3	2	66.6	1.3	2
胆汁	5	85	1.7	7	8.9	0.63	25	30	7.5	14	—	—	14	—	—	14
胰腺	37	29.9	11.0	21	19.9	4.2	59	84	49.6	3.9	32.3	12.6	3.9	32.3	12.6	3.9
甲状腺	2.1	43	8.2	2.0	43.4	0.86	4	94.8	3.8	4.5	39.4	1.6	4.5	39.4	1.6	4.5
胸腺	36	32.9	11.8	25	24.3	6.0	—	—	—	8	14	1.1	8	14	1.1	8
垂体	0.48	799	4.8	0.34	998	3.4	0.6	833	5.6	0.7	484	3.4	0.7	484	3.4	0.7
肌肉	—	—	—	—	—	—	23	1.4	322	18	0.96	173	18	0.96	173	18

* 在 6 个月期間每头每週获得氯化鈷 12 毫克。

** 自 1948 年 1 月 1 日至 8 月 1 日每头每週获得氯化鈷 20 毫克。

表 9 人胎兒的組織內的鈷含量

(按 B. B. 科瓦里斯基和 B. C. 切巴也夫斯卡婭的資料, 1950 年)

器 官 和 組 織	胎 兒 年 齡	組織內的鈷含量 (微克/百克)
肺	12 週	無
皮膚		43.9
腦		14.2
肝		無(?)
肌肉		微量
顳骨和髌骨		微量
胎盤		48.7
心	20 週	28.8(?)
腎		微量
脾		451
甲狀腺		微量
腎上腺		46.4
胰腺		25.4
胃	23 週	微量
肌肉		17.7
腎		24.8
肺		7.7
雄生殖腺		184.5
肝		13.0
腦		7.9
小腦		微量
心		33.7—46.8
皮膚		54.4
胸腺		121.0
脾		263.0
甲狀腺		微量
胎盤		3.7
瓦尔丹諾夫冻膠		微量

而綿羊的組織內仅含微量的鈷或完全不含有鈷的情况下，而在餵給鈷补充飼料时鈷也能大量地集积。在測定鈷佔器官总量的絕對含量时，發現鈷的沉积特別显著。根据我們實驗室在这种条件下的資料(表 8)，肌肉、肺、血液和肝是綿羊有机体的主要鈷庫。正如前面所表明，就是在綿羊的日粮不用人工去丰富鈷素的情况下这些器官也能积存着大部分的鈷。

所列举的比較材料和关于鈷相当飢餓时器官失鈷的資料，都使得能够作出結論說：綿羊的骨骼肌、血液、肺和肝具有有机体鈷庫的实际作用。目前遺憾的，是尚缺乏关于动物各种組織儲存鈷的情况的重要資料。我們几乎沒有关于人和各种牲畜的器官及組織內鈷含量的比較資料，以及关于各种組織儲存能力按个体發育而改变的比較資料。最近期間我們已获得一些关于人胎兒的器官和組織內鈷含量的材料(表 9)。

人胎兒(第 12 週)的脾早期集中鈷素和到第 23 週鈷在脾內的高額含量的情况，已引起人們底注意。而在此同一發育期間，肝似乎是含鈷貧乏的。同时我們在狗胎兒的脾內也發現了鈷的相当高的含量(表 10)。

表 10 狗胎兒的組織(在發育的最后几天)內的鈷含量
(根据 B. C. 切巴也夫斯卡婭的資料)

器官和組織	胎兒組織內的鈷含量(微克/百克)				
	第 1 号	第 2 号	第 3 号	第 4 号	成年狗
肝	6.1	—	30.0	—	9.2
肺	—	17.4	23.9	—	26.0
脾	54.8	47.5	117.0	80.7	5.5
胎盤	—	—	4.1	—	—

在初生动物，它的脾也是含鈷丰富的。

根据这些分析观察，可以提出关于胎兒期的脾在儲存对造血作

用很重要的維生素 B₁₂ 中的可能作用的問題。

在出生以后肌肉和肺是主要的鈷庫，而在胎兒發育前期它們几乎是沒含有鈷。因而肌肉和肺在儲存鈷方面的機能代替，是在發育过程中發生的。

可以推定，胎盤在前期可以儲存鈷，同时是不斷發育的胎兒的補充庫，但到了第 23 周它即在一定程度上喪失這種機能。胎兒的皮膚可能也是鈷庫。

在羊膜液內發現有少量的鈷。

应当指出，胎兒的睪丸和胸腺是含鈷豐富的。人胎兒的甲狀腺在第 6 個月以前，也就是在甲狀腺的機能作用开始前（可以根據它里面出現碘化物來判定）是含鈷貧乏的。由于缺乏關於在各種條件下鈷在組織內的分佈情況底資料，所以使得在許多情況下確定鈷的機能作用發生困難。

對不同動物的器官和組織內鈷的部位記載學的比較研究，以及對個體發育（包括胎兒發育）的各個時期中鈷庫機能作用的改變的比較研究，是生物學和生理學的當前任務之一。

近年來，曾研究過鈷對動物有機體許多生理機能的影響，現在已經可靠地確定了鈷作為與生長、繁殖、造血和代謝機能有關的物質的作用。在最近 15 年來，在我國和外國學者的工作中，已證明鈷可以影響動物有機體的生長與發育。

作者和 B. C. 切巴也夫斯卡婭于 1946—1947 年在第十六次黨代表大會國營農場做了用鈷加餵綿羊的試驗。供觀察用的綿羊共有 200 頭（羔羊與母羊的數目大致相等）。1946 年夏季在 104 天的過程中給母羊加餵氯化鈷，每頭每天加餵氯化鈷 1—2 毫克；在這種情況下經確定，試驗期間試驗組母羊的增重量平均每頭為 7.1 公斤，而對照組母羊平均為 3.5 公斤，也就是說試驗組母羊的增重量為對照組母羊增重量的 200%。雖然鈷的用量很少，但仍然獲得了如此顯著的效果。對飼料（對照組和試驗組母羊的日糧完全一樣）的分析表明，每頭對照的和試驗的母羊每天從飼料中是獲得 1.07 毫克的鈷。

而試驗組母羊每头每天从鈷的补充飼料中只額外获得0.9毫克的鈷。这个数量使在42天的过程中对增重量产生显著的影响是足够的了。應該指出，試驗組母羊是在比較不利的条件下飼养的。因为試驗組的每一头母羊所胎育出的羔羊的体重都比对照組母羊所胎育出的要大(試驗組母羊的羔羊平均15.3公斤,对照組母羊的为11公斤)。

研究分析表明，在綿羊日粮內这样低的鈷含量的情况下試驗組綿羊所获得的鈷的补充并不能使綿羊乳內鈷含量的增加(对照組母羊的乳的干物質含鈷約7微克/百克,試驗組母羊的含鈷約5.5微克/百克)。这些資料与对动物有机体輸入示踪鈷的研究分析是一致的。

鈷的补充飼料对生長的良好影响，只有在牲畜具有完全营养价值的飼养条件下才能产生的。而在相当飢餓的情况下，鈷会促使牲畜更多的減輕体重，因为鈷可以加强物質代謝。1946年春季，我們对所飼养的获得不足营养的母羊(仅获得42%的飼料單位和37%的蛋白营养)进行了分組的觀察。我們的觀察表明，在这种条件下获得鈷的补充飼料的綿羊其平均晝夜体重的減輕比对照組綿羊減輕的多(試驗組綿羊平均每晝夜減輕410克,对照組綿羊—340克)。

而在以后改善了营养的时期，試驗組母羊在增重方面很快就超过了对照組母羊。

在1946年放牧期間对罗曼諾夫羊母羊另一分組的觀察中，也产生了类似的情况。在放牧飢餓的情况下，对照組和試驗組母羊的平均晝夜增重量都會显著地下降，特别是对照組母羊下降得更显著(在7月25日至9月15日期間对照組母羊的平均晝夜增重量等于零,試驗組母羊的平均为40克)。在用含鈷丰富的豆餅实行加餵以后(每日每头加餵豆餅200克,其中含处在未知有机綜合体状态的鈷0.112毫克),对照組母羊在平均晝夜增重量方面即开始迅速赶上試驗組母羊(在9月15日至10月15日期間,对照組母羊的平均晝夜增重量达到了77克,試驗組母羊的为96克)。

对羔羊加餵鈷的兩個分組試驗的結果，是極有意义的(表11和

表 12)。在两个分組(羔羊共为 63 头)中,試驗組羔羊的平均晝夜增重量都比对照組羔羊的高(高出 51—58%)。

表 11 加餵鈷时羔羊体重的改变情况
(根据 B. B. 科瓦里斯基和 B. C. 切巴也夫斯卡婭的資料,1946年)

羔 羊 組 別	羔羊数目	平均年龄(日)	平均体重(公斤)			平均晝夜增重量(克)		平均晝夜增重量(%)	血紅素含量(按薩里氏)		血的紅素含量(%)
			出生时	供試驗时	試驗結束时	加以餵鈷前	加期餵鈷間		加以餵鈷前	加期餵鈷間	
对照組	10	61	2.3	9.1	13.2	110	99	-10	38.7	43	+13
試驗組(羔羊获得鈷)	12	57	2.3	6.4	13.0	72	157	+118	37.0	48	+30
試驗組(羔羊沒有获得鈷,但它們是哺食获得鈷的母羊的乳)	12	59	2.4	8.9	13.0	110	98	-10	40.3	45	+13

附註: 試驗期是自 3 月 20 日至 4 月 20 日。鈷是按每头 16 毫克(用氯化鈷)餵給,即每週 4 毫克。

表 12 加餵鈷时羔羊体重的改变情况
(根据 B. B. 科瓦里斯基和 B. C. 切巴也夫斯卡婭的資料,1947 年)

羔 羊 組 別	羔羊数目	平均年龄(日)	平均体重(公斤)			平均晝夜增重量(克)		平均晝夜增重量(%)	血紅素含量(按薩里氏)	
			出生时	供試驗时	試驗結束时	加以餵鈷前	加期餵鈷間		加以餵鈷前	加期餵鈷間
对照組	18	56	2.7	8.9	13.7	110	104	-6	—	48
試驗組(羔羊获得鈷)	11	57	2.4	9.1	16.0	117	157	+34	—	53

附註: 試驗期是在 1947 年 3 月 15 日至 4 月 15 日。鈷是按每头 15 毫克(用氯化鈷)餵給,即每 5 日 2.5 毫克。

在第一个分組(表 11)中表明,在 30 天的观察期間对照組 羔 羊 的体重平均增加了 4.1 公斤, 試驗組羔羊的体重平均增加了 6.6 公

斤。

在观察期间,对照組羔羊的平均晝夜增重量基本上沒有改变,而試驗組羔羊的平均晝夜增重量則增長了118%。而比較一下对照組和試驗組羔羊在試驗开始前及試驗結束后的平均晝夜增重量时,也可發現鈷的补充飼料同样良好的影响:在观察开始前試驗組羔羊的平均增重量平均比对照組羔羊的小52%,而在加餵鈷的时期结束后相反地試驗組羔羊的平均晝夜增重量平均比对照組羔羊的高出58%。

在第一个观察分組中,第三組羔羊所获得的結果是很有意义的(产这些羔羊的母羊在泌乳期间获得鈷加餵,按小的用量,每头每天加餵氯化鈷2毫克)。根据这些羔羊在試驗期间的生長情况可以認為,所补充的鈷(小的用量)並沒有与母乳一起輸給羔羊。这样的結論与上面已提过的乳含鈷量的分析材料是一致的。

第二个观察分組(表12)証明了第一个分組的結果。在第二个分組中表明,在30天期间对照組羔羊体重平均增加4.8公斤的情况下,試驗組羔羊的体重平均增加了6.9公斤。对照組羔羊的平均晝夜增重量在观察期内几乎是沒有改变(下降了6%),而試驗組羔羊的平均晝夜增重量在此期间則增長了34%。情形和在第一个分組中的一样,在与对照組羔羊試驗前及試驗結束后的平均晝夜增重量比較时,鈷补充飼料的良好影响表現得很清楚:試驗前試驗組羔羊的平均晝夜增重量比对照組羔羊的高出6%,而在試驗结束后則高出51%。

在專門的分組試驗(牲畜共120头)中,对在怀孕期获得鈷加餵的母羊所产的羔羊进行过观察(母羊在怀孕期每头每天获得氯化鈷1—2毫克——小的用量)。母羊在怀孕期获得鈷加餵时,其羔羊(第二胎和第三胎)的体重平均比在沒有获得鈷加餵时的羔羊的体重高出24%(对照組羔羊的体重平均为2.5公斤,試驗的为3.1公斤),同时在断乳期间也能保持較大的体重。根据这些观察,可以提出这样一种見解:鈷(鈷鹽或在母体中合成的鈷有机化合物)有可能由母体通过胎盤輸給胎兒。

我們的結論与科馬尔 (Comar) 的資料是一致的。他証明, 在对怀孕母羊輸入放射性鈷时, 極小量的鈷可以透过胎盤并集积在胎兒的肝內。

同时, 应当指出鈷补充飼料对發情時間的影响, 也就是說鈷可以促使提早發情期(在一月份对照組母羊有 58.6 % 發情, 試驗組母羊有 74 %)。

为了檢查所获得关于鈷补充飼料对罗曼諾夫羊生長的良好影响的資料, 我們的實驗室(М.И. 甫修基赫)在全苏畜牧研究所生理学畜舍的条件下作了試驗。供試驗用的是 4 头公羊、9 头母羊和 18 头羔羊。所有試驗組和对照組的牲畜都是用特定的日粮来飼养, 日粮的成份按照 И. С. 波波夫的标准包括有下列含鈷貧乏的飼料(各种飼料的鈷含量如表 3 所示): 公羊的日粮有燕麦稈、粗燕麦粉、肉骨粉、干的酸凝乳、食鹽和白堊粉; 哺乳母羊的日粮有草地干草、燕麦粉、肉骨粉、干的酸凝乳、食鹽和白堊粉; 羔羊断乳后的日粮有草地干草(0.5 公斤)、燕麦粉(0.3 公斤)、肉骨粉(0.01 公斤)、干的酸凝乳(0.01 公斤)、食鹽(10 克)、白堊粉(随意吃)。此外羔羊的日粮还額外加給了維生素 A 和 Д。給牲畜以鈷的补充飼料时是經口腔給氯化鈷的水溶液, 氯化鈷的用量为: 2 头公羊每头每週 20 毫克, 5 头母羊每头每週 14 毫克, 8 头羔羊每头每週 12 毫克。在供試驗用的 18 头羔羊中, 于試驗开始后 20 天, 对照組的羔羊有 6 头因患肺病而死亡, 而获得鈷补充飼料的試驗組羔羊有一头因患肺病而死亡。因此供試驗用的羔羊数目已大大地減少。根据羔羊这个分組的实例, 可以說明特別选用的日粮实际上是含鈷貧乏到了什么程度。根据計算可以断定, 每头羔羊每天从飼料中是得到了 0.16 毫克的鈷, 也就是說比第十六次党代表大会国营农場的罗曼諾夫羔羊(前面已叙述过在这个农場的观察)所获得的鈷要少好几倍。很可能, 供試驗用的羔羊的高度死亡率是由于它們十分飢餓鈷所致。获得氯化鈷加餵的那些羔羊, 每头每天是額外获得 0.7 毫克的鈷。这些羔羊在試驗期間基本上都能保存。

在表 13、表 14 和表 15 中，引列了鈷补充飼料对公羊、母羊和羔羊的体重改变及晝夜增重量的影响的观察結果。

表 13 加餵鈷时公羊体重的改变情况

(根据 M. И. 甫修基赫的資料, 1948 年)

公羊組別	公羊数目	平均年齡	平均体重		試驗期間的增重量		平均晝夜增重量	
			供試驗时(公斤)	試驗結束时(公斤)	公斤	%	試驗結束时(克)	試驗期間(克)
对照組	2	10个月零9天	36.2	48.2	12.0	33	5	70
試驗組(公羊获得鈷)	2	10个月零13天	36.1	57.2	21.1	58	157	124

附註：試驗期是自 1 月 5 日至 6 月 26 日。氯化鈷是按每头每週 20 毫克餵給。

表 14 加餵鈷时母羊体重的改变情况

(根据 M. И. 甫修基赫的資料, 1948 年)

母羊組別	母羊数目	平均年齡	平均体重		試驗期間的增重量		平均晝夜增重量	
			供試驗时(公斤)	試驗結束时(公斤)	公斤	%	試驗結束时(克)	試驗期間(克)
对照組	4	1岁零69天	38.4	42.8	4.4	13	140	38
試驗組(母羊获得鈷)	5	1岁零66天	36.7	45.9	9.2	25	160	83

附註：試驗期是由 5 月 28 日至 9 月 15 日。氯化鈷是按每头每週 14 毫克餵給。

根据上列 3 个表的材料可以得出結果說，鈷补充飼料在所有情况下都能显著地增加牲畜的增重量：在試驗期間与对照組綿羊相比較，試驗組公羊的增重量高出 76%，母羊的高出 109%，羔羊的高出 37%。在鈷加餵期間牲畜增重量的增加，主要是由于肌肉量的增加

表 15 加餵鈷时羔羊体重的改变情况
(根据 M. И. 甫修基赫的資料, 1948 年)

羔羊組別	羔羊数目	出生日期	平均体重(公斤)				增重量(公斤)		体重增加倍数	
			出生时	供試(出生后第五天)	断乳(半月至两个月)	試驗結束时	試乳試驗期时	整驗个期	試乳試驗期时	整驗个期
对照組	4	2月3日—28日	1.98	3.1	11.9	18.7	8.8	15.6	2.8	5.0
試驗組(羔羊获得鈷)	7	2月6日—28日	1.69	2.6	13.6	23.0	11.0	21.4	4.2	7.8

附註：試驗期是自 1948 年 2 月至当年 8 月底。氯化鈷是按每头每週 12 毫克餵給。

而得来的。

在加餵鈷的情况下增加了农畜的增重量这方面，拉脫維亞苏維埃社会主义共和国的貝尔金什以及新西蘭、美国、苏格蘭等地的学者也都获得了良好的結果。曾經有过这样的意見：鈷会恶劣地影响齧齿动物的發育，而特別是家兔的發育。П. С. 罗依茲曼 (Ройзман, 1952) 找出了能刺激家兔生長的最适宜的鈷用量。在每头家兔每週餵給氯化鈷 0.7 毫克的情况下(經 3—4 个月)，能使其增重量提高了 80—100%，絨毛产量增加了 40—80 %。

一些学者指出过，鈷可以維持乳牛的产乳量。M. И. 甫修基赫 (1949) 指出过，在鈷补充飼料的影响下罗曼諾夫母羊的产乳量可稍为提高——提高了 5.3 % (在 2.5 个月期間每头母羊每週餵給氯化鈷 14 毫克)。

經我們确定，在所飼养的罗曼諾夫母羊的乳里面鈷的含量总是在 1.05 至 2.5 微克/百克的範圍內(以乳的干物質計算时則为 5.5 至 16.5 微克/百克)。M. И. 甫修基赫在我們的实验室內确定，在飼料內貧乏鈷时，到母羊泌乳的第 2—3 个月它的乳里面只能發現微量的鈷。經确定，在日粮內鈷含量低的情况下每头每晝夜补充鈷 0.9 毫

克(用氯化鈷),不能增加乳里面的鈷含量。M. И. 甫修基赫(1949)研究过罗曼諾夫母羊泌乳期間乳內的鈷含量,并确定了下列規律(表16)。

表 16 罗曼諾夫母羊泌乳期間乳內的鈷含量(單位: 微克/百克)

母羊組別	羊的編號	乳的研究分析日期							
		第开 1始 天时	第結 1束 天时	經晝 过 1夜	第 2晝 夜	第 10晝 夜	第結 1个 月时	第結 2个 月时	第的 3个 月中 月旬
对照組	1	1.38	1.97	2.31	0.97	1.72	0.89	微量	無
	2	2.54	2.47	2.49	1.32	2.04	1.53	微量	微量
平均		1.9	2.2	2.4	1.1	1.8	1.2	—	—
試驗組(母羊每头每天获得氯化鈷2毫克)	3	2.12	4.71	5.87	4.81	4.29	3.64	2.47	2.03
	4	1.98	2.88	3.64	3.46	3.24	3.18	1.98	2.13
平均		2.04	3.7	4.7	4.1	3.7	3.4	2.2	2.08

根据上表可以看出,在一定条件下鈷补充飼料可以促使乳腺增加对鈷的排泄(增加1—3倍)。阿尔契巴里德(Арчибалъд)証明,在乳牛每头每天餵給醋酸鈷500毫克的情况下它的乳里面的鈷含量可增加到240微克/百克。綿羊乳里面鈷最高含量的出現,是在开始哺育羔羊的1晝夜后。在以鈷补充飼料餵給牲畜时也能保持同样的規律性。

根据 И. И. 傑都科夫(Дедюков, 1949)的資料,在母牛(伏罗高茨基試驗站)的初乳(第一次挤乳)內鈷的含量达到最高程度——約8微克/百克,而在泌乳期的上半期乳內的鈷含量在3.5—7.2微克/百克的範圍內。

作者和 В. С. 切巴也夫斯卡婭(1950)对妇女則确定了另一种規律性:泌乳的第1天在初乳里面未發現有鈷,到泌乳的第3天乳里面鈷的含量約为1微克/百克,而到第8天則达到了25.6微克/百克。

應該認為下列事实是确定了的:在化学上所測定的鈷是綿羊和

其他牲畜的乳以及人乳的組成部分，乳內的鈷含量依食料內的鈷含量為轉移。同時，甚至在食料內鈷含量極低的情況下在泌乳的头几个月仍能由乳排出不少的鈷，這一事實也是極其重要的。顯然，在這種情況下乳里面的鈷是依靠母體的鈷庫而得來的。可以設想，乳內的鈷含量是可以根據新生兒出生后的头几天生理上對鈷的需要而得到調節的。

科馬爾、戴維斯和泰依洛爾(Davis Taylor, 1946)及其他研究者指出，示踪鈷不能由乳排出，或者只能排出極少量。很可能，乳腺細胞具有一種對待鈷放射性同位素的防禦機能。

鈷可以對動物有機體的代謝機能產生重大的影響。戈弗(Гофф)和 Ф. Я. 別連什傑英(Беренштейн)差不多在同時(1935)指出，鈷可以影響糖類代謝，在鈷小用量的影響下可發現家兔血糖過少。在增加鈷用量時可發現血糖過多，並同時發現血壓下降。在這種情況下，無疑地鈷是影響到植物性神經系統的。在我們的試驗室，確定了鈷對氮代謝的顯著影響。已經弄清楚，在鈷補充飼料的影響下綿羊增重量的增加是以肌肉蛋白在有機體內的集積量為轉移(肌肉蛋白量大可以增加屠宰胴的出產量)，而與脂肪或水分的集積無關。鈷對肌肉蛋白合成的影響，是鈷的生物化學中最重要和最有意義的問題之一。在這一領域中研究的途徑之一，是研究鈷在等力肽酶形成中的作用以及鈷參加等力肽酶的機能作用的情況。

М. И. 甫修基赫和 А. В. 莫江諾夫(Модянов)在研究鈷對綿羊有機體代謝機能的影響時，確定了獲得鈷的綿羊的尿液內碳對氮的比例比對照綿羊的尿液高(表17)。這是由於在鈷的影響下基礎代謝的加強和氮素的良好同化作用所致(碳排泄的加強和氮在有機體內的停滯)。應該指出，在錳鹽的影響下正與鈷相反，氮與動物尿一起的排泄則可以加強。

羊在鈷加餵(經常地每頭每週加餵氯化鈷14毫克)影響下的基礎代謝，在固定普通飼料情況下，可顯著地加強。

М. И. 甫修基赫和 А. В. 莫江諾夫用密閉系統的呼吸裝置進行

表 17 綿羊尿液內碳与氮的比例(根据 M. H. 甫修基赫的資料, 1949 年)

試 驗 方 案	碳素的含量 (克)				氮素的含量 (克)				碳 素 ÷ 氮 素			
	試驗羊		对照羊		試驗羊		对照羊		試驗羊		对 照 羊	
	第 1 号	第 2 号	第 3 号	第 4 号	第 1 号	第 2 号	第 3 号	第 4 号	第 1 号	第 2 号	第 3 号	第 4 号
在飢餓时	2.12	2.33	0.39	0.56	1.65	1.64	1.86	1.76	1.28	1.42	0.209	0.31
在正常飼养时	1.76	2.33	1.74	1.42	2.81	2.74	3.92	4.08	0.62	0.85	0.44	0.30

附註: 試驗綿羊每头每週获得氯化鈷 14 毫克。

了基础代謝的研究。每一次的觀察繼續時間約为22小时。获得鈷补充飼料的綿羊, 按每公斤活重計算, 其二氧化碳的晝夜产生量平均为4.445 公升, 而以每平方米表面計算时平均为 180.6 公升, 而对照綿羊(沒有获得鈷补充飼料) 其与上述条件相应的二氧化碳的数字为3.835 公升和 153.06 公升。由此可見, 試驗綿羊二氧化碳的产生量比对照綿羊的要增加多得多(按每公斤活重的几乎增加16%, 按每平方米表面的則增加18%)。

在科馬尔、戴維斯、泰依洛尔、拉烏連斯及其他学者的工作中, 用对动物有机体輸入示踪鈷的方法詳細地研究了鈷的代謝。經研究表明, 在示踪鈷經口腔进入时, 其大部分(80%) 很快即由粪便排出; 而在靜脈注射时其大部分(65%) 則由尿液排出。同时在靜脈注射的情况下有10%的示踪鈷停滯在組織內, 这部分的示踪鈷, 排出得相当慢。到第15天在血液內尚含有用量的 1 % 的示踪鈷。

在我們的實驗室用普通鈷所进行的觀察, 則产生了另一种結果(表18)。

根据对罗曼諾夫羊的平衡試驗确定, 在 10 天的統計期間經口腔进入的鈷有70%以上沉积在有机体内。这些試驗指出了动物有机体

表 18 在 10 天的統計期間羅曼諾夫母羊的鈷平衡(根据 M. H. 甫修基赫的資料, 1949 年)

	試 驗 羊				對 照 羊			
	第 1 号		第 2 号		第 1 号		第 2 号	
	飼料(公斤)	鈷 含 量	飼料(公斤)	鈷 含 量	飼料(公斤)	鈷 含 量	飼料(公斤)	鈷 含 量
		微克/百克		微克/百克		微克/百克		微克/百克
燕麦粒	5	1000	1	1000	5	1000	1	1000
燕麦稈	8.3	830	0.83	900	8	800	0.8	770
鈷	—	—	7	—	—	—	—	—
总給与量			8.83	8.90		1.8	1.8	1.7
10天内排出:								
尿(克)	3.2	41.6	0.041	微量	4.1	無	—	無
粪(公斤)	7.5	2368	2.368	6354	11.5	237	—	41.58
鈷排出总量(毫克)	—	—	2.41	2.55	—	—	—	—
鈷在有机体内的								
沉积量(毫克)	—	—	6.42	6.35	—	—	1.8	1.56

不同地对待非放射性鈷和人工放射性鈷的可能性,这已为我们用8头綿羊所进行的示踪鈷和普通鈷的平衡試驗所証实[科瓦里斯基、巴蘭諾夫(Баранов)、涅斯捷罗娃(Нестелова)和高洛洛波夫]。

在闡明鈷对代謝机能的显著影响时,必須考虑到鈷在酶的活动(骨骼和肌肉磷酸酶、羧酶、过氧化氢酶、甘氨酸甘氨酸二鈷酶的活动性、血液甘醇活动性的提高、琥珀酸脫氢酶和細胞色素氧化酶机能的抑制等)、在組織呼吸和在血液呼吸机能中的巨大作用。貝尔克的关于鈷压制組織呼吸的材料,必須以新的实验来加以檢查,因为大家都知道鈷是可以提高組織代謝和基础代謝的强度的。經作者与 IO. M. 拉也茨卡(1950)共同証明,用氯化鈷(鈷的濃度为 100、200、300 微克/百克)可以把人胎兒、新生兒和成年人以及一些牲畜的血紅素的氧化能力提高10—40%,和可以显著地影响氧基血紅素的离解曲綫。

鈷是人和动物的血液的固定組成部分。关于鈷在血液內各部分間分佈的資料是很有意义的(表19)。这个問題在我們的試驗室已經詳細地研究过(1948—1950年)。經我們証明,血液的一些部分是含鈷相当丰富的。例如,風干的血纖維朊含鈷 155—520 微克/百克,而絕对干燥的血纖維朊含鈷达 980 微克/百克。很可能,在血纖維朊逸出时,它与鈷的化合即被破坏(血纖維朊內鈷含量的显著变化即可說明这一点)。

如果把 100 克血液中的血纖維朊的鈷含量作一个計算的話,那末这些血纖維朊只化合有 2—3 微克的鈷。

狗的全血和紅血球內,平均含有跟綿羊的血和紅血球內一样多的鈷。在由狗的紅血球中分离出結晶血紅素(有硫酸鈷存在)时,我們获得了非血紅素蛋白部分。这种蛋白与結晶血紅素相比較是含鈷很丰富的(前者含鈷 1332 微克/百克,后者含鈷 107 微克/百克)。所进行过的研究使得可以提出这样一种見解:在狗的紅血球內存在着一种含有血紅素以外还含有鈷的蛋白物質。猪的全血內所含的鈷量(30微克/百克),比其他我們研究过的动物和人的血液內所含的鈷量都要高。

表 19 罗曼諾夫羊的血液內各部分的鈷含量(微克/百克)

(根据 B. B. 科瓦里斯基和 B. C. 切巴也夫斯卡娅的資料, 1948—1950 年)

	第四天大的羔羊	处 女 羊			第一号小公羊	公 羊			母 羊				
		第 1 号	第 2 号	第 3 号		第 1 号	第 2 号	第 3 号	第 1 号	第 2 号	第 3 号	第 4 号	第 5 号
全血	—	—	—	4.1	5.8	3.1	—	2.9	6.5	9.3	—	—	—
去纖維蛋白的血液	—	—	—	—	3.9	—	—	—	—	4.4	—	—	3.7
血纖維朊:													
風干的	51	—	—	500	520	478	155	—	—	—	—	—	—
絕對干的	—	—	—	—	—	—	—	—	980	350	—	948	342
紅血球(活質)	—	4.2	2.3	—	—	6.4	微量	3.2	6.9	7.1	7.1	—	5.0
血漿	—	7.7	—	—	—	—	—	—	—	19.6	18.1	11.0	—
球朊:													
風干的	51	40	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—
絕對干的	—	—	—	—	—	194	176	—	—	—	101	—	—
清朊:													
風干的	—	16.3	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—	—
絕對干的	—	—	—	—	—	—	—	—	68	—	—	—	—
不穩定的血的血清	—	—	1.3	4.6	6.1	2.2	1.8	2.2	2.0	2.0	1.6	1.6	—
結晶血紅素	—	103	230	—	123	—	—	—	40	—	—	—	36
血紅素晶体分离后的濃液	—	0.0	0.9	—	0.0	—	—	—	0.2	—	—	—	0.0

猪的結晶血紅素含鈷約 200 微克/百克(佔風干物質的)。而在某些情況下,从猪的紅血球中分离出的血紅素會含鈷达 1350 微克/百克(佔絕對干物質的)。很可能,血紅素內这样高的鈷含量是决定于紅血球中含鈷丰富的蛋白混合物的。在目前可以肯定地說,血纖維朊和血紅素是含鈷丰富的蛋白質,而球朊和清朊也与鈷化合。我們在狗的紅血球內所發現的鈷蛋白使人感到特別有趣。鈷在猪的血液內各部分的分佈情况大約为下列所提数字(在 100 克血液中各部分的鈷含量):血纖維朊含有鈷 0.6 微克,球朊和清朊含有鈷 7.4 微克,紅血球含有鈷 6 微克,血紅素和跟血紅素一起分离出的紅血球蛋白含有鈷 20 微克。

研究鈷在血液各部分中的分配时，使得發生很大困难的是分离各部分时会引起鈷的部分分离。在这一领域中必須进行有系統而經常的工作。

在研究鈷的生理学作用时，要重視紅血球形成和血紅素合成的問題。經許多研究者指出，并在近年来經作者和 B. C. 切巴也夫斯卡婭(1945—1948)、M. И. 甫修基赫和 Я. М. 貝尔金什(1949)証实，在給綿羊和牛的有机体輸入鈷的影响下，它們的血液內紅血球的数目和血紅素在紅血球內的含量均可增加。按照我們的資料，在 30 天过程中給羔羊加餵鈷(每头每週加餵氯化鈷 4 毫克)的情况下，与加餵鈷以前相比較可以把它們血液內的血紅素含量增加 30%。而沒有获得鈷补充飼料的对照羊在此期间其血液內的血紅素含量仅增加 13%。在另一个試驗分組中，在同样的情况下，获得鈷的羔羊其血液內的血紅素含量比对照羊的高出 10.5%(供試驗的羔羊共为 62 头)。

M. И. 甫修基赫在用氯化鈷加餵泌乳母羊(每头每週加餵 14 毫克)时，使母羊血液內的血紅素增加了 15.5%，而对照組母羊血液內的血紅素含量則減少了 13.5%(在稍为飢餓鈷的情况下)。她在用氯化鈷加餵公羊(每头每週 20 毫克)时也获得了相似的結果：試驗公羊血液內的血紅素含量差不多增加了 20%，而在此同时对照公羊血液內的血紅素含量則相反地降低了 20.4%(在它們飢餓鈷的情况下)。

在研究試驗組牲畜和对照組牲畜血液內的含鈷量时，M. И. 甫修基赫获得了很有意义的結果。在获得鈷补充飼料的泌乳母羊和公羊的血液內血紅素增加的同时，血液的鈷含量由 6.6—6.7 微克/百克(試驗开始时)增加到 7.7—9.4 微克/百克(試驗結束时)。而在此同时，沒有获得鈷补充飼料的对照組牲畜其血液的鈷含量則由 6.5—6.9 微克/百克(試驗开始时)降低到 4.4—3.0 微克/百克(試驗結束时)。

根据作者与 B. C. 切巴也夫斯卡婭共同进行的观察，在 104 天过程中每头每天获得氯化鈷 1—2 毫克的母羊，其血液內紅血球的数目由每立方毫米的 830 万增加到 950 万，而对照組母羊在此期間的紅

血球数目则由每立方毫米的 820 万增加到 860 万。在試驗組母羊血液內并發生了其他变化：血液內白血球和嗜伊紅白血球的数目降低到标准量。在这些試驗中，显然是出現了鈷的加餵对綿羊有机体極其良好的影响(在夏季放牧期間)。在 М. И. 甫修基赫的試驗中也获得了类似的結果：在給泌乳母羊和公羊加餵鈷时，其白血球的数目变动很少(由試驗开始时每立方毫米的 6,800—8,800 改变为試驗結束时的 7,800—7,300)，而在对照組牲畜則發現白血球数目显著增加(由試驗开始时每立方毫米的 7,400—8,400 增加到試驗結束时的 11,200—11,000)。

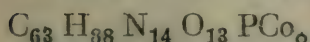
貝尔(Bell, 1937)对获得含鈷貧乏的飼料的綿羊紅血球形成的研究是很有意义的。这位学者指出，飼料中的鈷与綿羊血液內紅血球数目之間的比例并不是絕对的，而貧血的出現是以一年当中的时期为轉移。例如，在 12 月他發現病羔羊和健康羔羊血液內的血紅素及紅血球的含量相差無几(血紅素約为 80—82%，一立方毫米血液內的紅血球为 1160 万—980 万)；在 2 月病羔羊則出現了很明显的貧血征狀(血液內的血紅素仅为 30—40%，一立方毫米血液內的紅血球約为 630 万—880 万)，而在这个时候健康羊和获得鈷补充飼料的羊其血紅素及紅血球的含量都沒有降低。在鈷缺乏的情况下貧血出現的季节性的資料，应当引起研究者的注意，因为正是在疾病季节性剧烈化期間便發現有綿羊的大量死亡。

应当指出，按照各个学者所指出的資料，牲畜对进入有机体大致相等数量的鈷鹽是具有不同的反应的：在綿羊和牛，其增重量和造血作用可提高；馬不感觉到鈷的缺乏；家鼠、蝙蝠、豚鼠、猪、狗和蛙患病理学上的紅血球过多症；在鷄，其生長加强[別連什捷英、吉申科(Тищенко)、什克略尔(Шкляр), 1935]，和在血紅素保持不变的濃度下紅血球的数目下降。对这些比較观察的正确性是可以存在怀疑的，因为要做出最后的論断还必须对不同的鈷用量对造血作用的影响进行更深入的研究。П. Ш. 罗依茲曼(1952)确定，对齧齿动物可以选择不会引起紅血球过多症的鈷的适宜用量(对家兔的最适宜的用量为

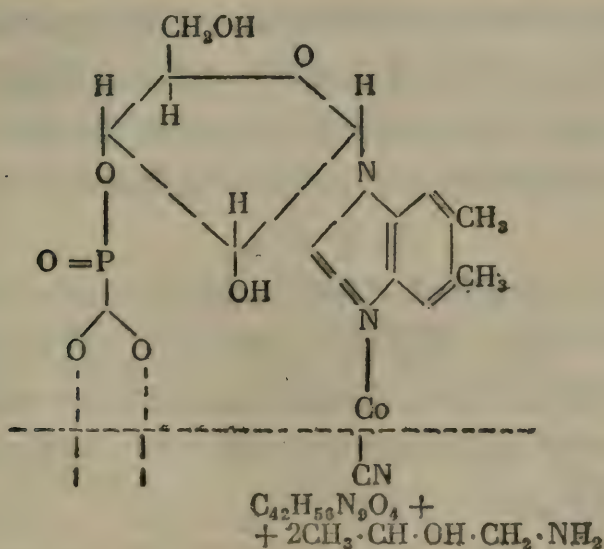
每头每週用氯化鈷 0.7 毫克——按每头活重 2.5—3.0 公斤計算)。

紅血球形成和血紅素合成的主要因素之一，在目前可以認為是維生素 B_{12} ，这种維生素为斯密特(Smith, 1951) 和里克斯(1948) 所發現，并且是在結晶状态下分离出来的。經确定，維生素 B_{12} 是含鈷約 4% 的复杂有机总合体。紅色針狀晶体状态的結晶維生素 B_{12} 是从肝和鏈絲菌 (*Streptomyces griseus*) 的一些系的培养基內分离出的。

根据維生素 B_{12} 中的鈷含量和沸点上升測定法，有人認為其分子量近于 1300。維生素 B_{12} 的元素成分符合于这样的化学式：



維生素 B_{12} 的化学特性还没有徹底地查明。目前已分析出維生素 B_{12} 的一些結構成份：5,6-диметил-бензимидазол、1-альфа-*d*-рибофуранозидо-5,6-диметил-бензимидазол、無机磷、加磷氧化基作用的(磷酸化作用的) 1-альфа-*d*-рибофуранозидо-5,6-диметил-бензимидазол、氨基丙醇、鈷和氰基。根据对結構成份的研究，可以写出維生素 B_{12} 的化学式：



$C_{42}H_{56}N_9O_4$ 的殘基还未能徹底解釋，同时 $2CH_3 \cdot CH(OH) \cdot CH_2 \cdot NH_2$ 的化合点也沒有弄清楚。很可能，胞体紫質的結構是未能解釋的殘

基所固有的。这可由碱性熔合来证实，在碱性熔合时，可形成氮圉（吡咯）的化合物。

維生素 B_{12} 水溶液的吸收光譜具有三个具有代表性的最大吸收光譜： $\lambda=2780, 3610$ 和 5500\AA 。

維生素 B_{12} 在还原时变为維生素 B_{12a} 。用色層分离吸附法从肝的浸出液中分析出了看来与維生素 B_{12a} 相同的維生素 B_{12d} 。

沒有氰基的維生素 B_{12} 称之为“鈷氨”（“кобаламин”）。按照同功，維生素 B_{12} 可以称之为氰鈷氨（циано-кобаламин），而 B_{12a} 可以称之为氫氧鈷氨（гидроксикобаламин）。

从鏈絲菌中分析出了两个新的因素——維生素 B_{12c} 和 B_{12d} 。維生素 B_{12c} 似乎是維生素 B_{12} 与驅出氰基的亞硝酸化合的化合物。維生素 B_{12d} 可以用排除亞硝酸的方法（例如，用氨基磺酸来处理）从維生素 B_{12} 中获得。鈷化合物——維生素 B_{12} 和 B_{12a} ， B_{12c} 和 B_{12d} 的不同点是已被証实的了。

維生素 B_{12} 是已知抗貧血物質中最積極的物質之一。

在人患惡性貧血时，甚至使用 2.5—5 微克这样小的維生素 B_{12} 用量（肌肉注射）也能显著地減輕病狀。使用大的剂量时，可以完全停止病演的發展。在惡性貧血患者經口腔輸入維生素 B_{12} 并同时服下健康人的胃液时，可以加强維生素 B_{12} 的抗貧血作用，这是由于在惡性貧血患者的胃液中似乎存在某种能抑制維生素 B_{12} 作用的物質底緣故。

与維生素 B_{12} 对动物有机体的活动性有关的生物学过程，現在研究得还是很不够的。可以認為，維生素 B_{12} 是作为輔酶去参加能从嘌呤合成核苷的酶族的。維生素 B_{12} 可以促进 d -氨基酸的氧化和叶酸的合成，叶酸也是積極的抗貧血的物質。在維生素 B_{12} 与叶酸共同使用时，其作用可以相互地加强。

維生素 B_{12} 是雛雞、仔猪和家鼠的乳酸菌（*Lactobacillus lactis*）的生長因素。很可能，維生素 B_{12} 与上面所叙述过的肝浸出液中的生長因素以及在乳酸菌中合成的物質，都是相同的。可以推測，維生素

B_{12} 与“动物性蛋白因素”以及与很長时期仍未弄清楚的乳的“X 因素”也是相同的。

維生素 B_{12} 不仅可在反芻动物,而且可在單胃动物的腸胃道中合成。在腸胃道中合成維生素 B_{12} 时,瘤胃和其他部分的細菌起有一定的作用。

根据这些有意义的关于維生素 B_{12} 的本性和生物学作用的研究,那末以鈷作为綿羊及其他农畜的食物的意义是很清楚的了,它可以防治牲畜以在飼料中缺乏鈷素所引起的貧血状态作为基础的各种疾病。可能,在鈷的影响下綿羊和牛的增重量之提高,也决定于牲畜有机体内所合成的維生素 B_{12} 的作用。摆在研究者面前的迫切而重大的任务之一,就是弄清楚动物有机体内合成維生素 B_{12} 的条件,以及在这种合成作用中矿物鈷的利用情况。

在研究鈷的生物学作用的問題面前,已开辟了广闊的道路,这些道路是:研究分析鈷的有机綜合体,获得抗貧血的鈷剂,研究鈷在肌肉蛋白合成中的作用,深入研究农畜由于缺鈷所引起的貧血症,深入研究不仅在土壤和植物內鈷含量不足的地区而且在食料內鈷含量正常的条件下防治貧血症的方法。所有这些問題,目前生理学和生物学对它們还是研究得不够的,而且也还没有引起医学工作者和兽医学工作者对这些問題的注意。

参 考 文 献

- Берзин Я. М. 1952, Значение солей кобальта и меди в кормлении сельскохозяйственных животных. Изд. АН Латв. ССР.
- Берзин Я. М. 1949, Соли кобальта и меди. как средства борьбы с «сухоткой» сельскохозяйственных животных. Изв. АН Латв. ССР. № 11.
- Беренштейн Ф. Я. и Школьник М. И. 1935, К вопросу о влиянии солей Ni и Co на содержание сахара в крови. Физиол. журн. СССР, т. XIX, № 4.
- Беренштейн Ф. Я., Тищенко М. К. и Шкляр Н. М. 1935. К вопросу о влиянии солей марганца, кобальта, цинка и алюминия на организм птиц. Физиол. журн. СССР, т. XIX, № 4.

- Боровик С. А. и Бойнар А. О. 1946, Спектрохимическое исследование содержания микроэлементов в железах внутренней секреции человека. Бюлл. экспер. биол. и мед., т. XXI, № 5.
- Боровик С. А. и Ковальский В. В. 1939, Микро- и ультраэлементы мозга. Физиол. журн. СССР, XXVI, № 6.
- Вернадский В. И. 1947. Биогеохимические очерки. Изд. АН СССР.
- Виноградов А. П. 1932. Геохимия живого вещества. Изд. АН СССР.
- Виноградов А. П. 1938. Геохимия и биохимия. Успехи химии т. VII, № 5.
- Виноградов А. П. 1949, Биогеохимические провинции. Тр. Докучаевской сессии АН СССР.
- Всяких М. И. 1949, Использование кобальтовых депо овцами романовской породы при избытке или недостатке кобальта в рационе. Дисс., М.
- Гололобов А. Д. 1952, Биогеохимическая провинция на Южном Урале, обогащенная никелем. Бюлл. Моск. общества испыт. природы, отд. биологии, № 3.
- Дмитриев А. М. 1912. Луга и пастбища Ярославской области.
- Ковальский В. В. и Чебаевская В. С. 1949. Значение кобальта в питании романовской овцы. Докл. ВАСХНИЛ, № 2,
- Ковальский В. В. и Чебаевская В. С. 1951, Кобальтовая полноценность кормов для романовской овцы. Докл. ВАСХНИЛ, № 8.
- Ковальский В. В. и Чебаевская В. С. 1952, Распределение кобальта в крови. Усп. соврем. биол., т. XXXIII, № 2.
- Малюга Д. П. 1944. К вопросу о содержании кобальта, никеля и меди в почвах Докл. АН СССР, т. XLIII, № 5.
- Малюга Д. П. 1950. О биогеохимических провинциях на Южном Урале. Докл. АН СССР, т. LXX, № 2.
- Пейве Я. В. и Айзупите И. П. 1949. О содержании кобальта в почвах Латвийской ССР. Изв. АН Латв. ССР, 5 (22).
- Ройзман П. Ш. 1952, Изучение влияния кобальта на развитие, жизнедеятельность и продуктивность пуховых кроликов. Автореферат дисс., М.
- Bell M. E. 1937, Some physiological aspect of the Cobalt problem. New Z. J. of Sci. a. Technol., VIII, 9.
- Comar G. L., Davis G., Taylor R., Huffman C., Ely R. 1946. Cobalt metabolism studies, J. of Nutrition, 32, N 1.
- Smith L. E. 1951, Vitamin B₁₂ Nutrition abstracts a. reviews, v. 20, N 4.

鈣和銅在農畜飼養中的意義

Я. М. 貝爾金

在拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國土壤為砂質壤土、灰化土、泥炭土和沼澤土的地區，農畜感染有一種儼如骨軟化病、“嗜異癖”及其他惡病質疾病的特殊病患，而這種疾病不是一般地餵用礦物飼料和維生素飼料所能治癒的。當地居民和獸醫工作人員把這種疾病叫作“干癆”。

這種病的原因及其治療葯劑，在我們研究以前是沒有被確定出來的。

對這種疾病感染率最大的，是綿羊和山羊，其次是牛。尤其是懷孕母牛和高產乳牛更容易感染干癆病。而豬和馬感染這種疾病的比較少。

在各種牲畜，病征的出現是在11月—12月，而具有劇烈症狀的干癆病的普遍出現是從3月—4月和在放牧場主要植物開始開花前。根據當地條件和牲畜本身的特性，其中有些牲畜在一年中的任何時期都可以患這種病。

在發病率方面特別惡劣的地帶，綿羊由於全部罹病和死亡嚴重以致不能飼養。在一些農場，從外地輸入飼料或把綿羊轉到土壤成份良好的其他農場去進行放牧1.5—2個月，綿羊可以養活和不會患這種疾病。

在這種地帶，小牛一般也不能育成的；從外地運入的牛在農場里最多也不過能養活兩年。

經我們確定，在發病率方面惡劣的地帶，牲畜對感染這種疾病的抵抗力很低。牲畜在患干癆時最常見的有下面的各種現象。在疾病

开始时牲畜極不乐意吃在当地栽培的飼料，以后則完全不吃当地栽培的某种飼料。遇到过这样的牲畜：它們乐意吃营养价值少的干草、老的冬麦秸、腐敗的谷糠，不願吃精飼料和塊根飼料，而在放牧場上它們則选吃已不适于食用的牧草或很坏的、不适于食用的粗莖牧草。病畜食慾的丧失日漸發展。

在經過一段短時間以后，病畜即出現并随之大大加强食慾倒錯征候和嗜異癖。在多数情况下可遇到病畜急性的或慢性的胃卡他或真胃卡他和小腸卡他。嚥下異物往往会引起損伤性的網狀炎和胃炎。

病畜站立时駝着背、头下垂；便秘代之以不消化性腹瀉，消瘦迅速發展，并因惡病質以致死亡。在怀孕后半期和分娩后，畜病特別加剧并具有惡性特征。如病畜复元显著并具有最好的营养狀況时，它們常在秋初發情。但在病后于冬季，分娩通常要延迟，仔畜也發育得不完全。

患过这种病的泌乳牲畜，其泌乳量下降，甚至完全停止泌乳。

病畜的皮膚要变干燥，彈性少，并脫皮；毛被松乱，無光澤。綿羊在罹病初期其毛脂汗具有紅褐色，而随后則几乎完全消失，毛失去撚曲性，变为棉絮似的死毛，不經拉，易于脫落，而在拉紧皮膚时表皮易于破裂。

在解剖死的或屠宰的病畜尸体时，可發現以亏虛为特征的变化、腸卡他、胃卡他，如为反芻动物則可發現真胃卡他和肝变性等。病畜是迟鈍的，对刺激的反应很弱，有时咬牙。在許多病畜中都發現有淚眼和多汗現象。这种病經常都与貧血合併發生。

經我們的研究确定，在拉脫維亞苏維埃社会主义共和国，农畜患干癆病是由于飼料內鈷的含量較低所引起的。根据現有材料可以知道，这种病在立陶宛和白俄罗斯苏維埃社会主义共和国，在烏克蘭的低窪多林地帶及在苏联其他地区均可遇到。在許多国家里亦可遇到农畜的这种相似的疾病，但病名的叫法各有不同。

經确定，在拉脫維亞苏維埃社会主义共和国其土壤內含可溶性

鈷在 1.5 毫克/千克以下的地區，農畜、尤其是反芻的農畜幾乎全部都要感染干癆病。在這些地帶患這種病的綿羊、山羊和牛，都要死亡，並且不得不把病畜屠宰或運到其他地區。在土壤含鈷至 1.5—2 毫克/千克的地區也發現有牲畜患此病以致死亡的情況。在土壤內鈷的含量為 2.0 至 2.3 毫克/千克的地區牲畜患此病較少，並且病情也較輕。

可以認為，只有在該共和國那些在土壤內含鈷由 2.3 至 2.5 毫克/千克或更高一些的地方，對避免干癆病才是有利的。

拉脫維亞蘇維埃社會主義共和國波羅的海沿岸、里加海灣及其他地區的輕質灰化土和砂土，是含可溶性鈷最貧乏的地區（含鈷量為 0.3—1.5 毫克/千克）。同時沼澤土和泥炭土也是含鈷貧乏的。在這種土壤的地區，牲畜因飼料內鈷素不足而患病者最為常見。粘重土、壤土，特別是在廣佈生草-含碳酸鹽淋溶土的地區，最能保證可溶性鈷（含鈷 2.5—4.0 毫克/千克）。在大部分為這些種類土壤的地帶，不會感到飼料內鈷的不足。

為了要研究出防治干癆病的措施，我們用牛、綿羊、豬和雛雞進行了 19 次科學-經濟試驗和實驗室的研究分析。我們是研究用鈷鹽和銅鹽作為預防和治療這種疾病的藥劑的。

所有科學-經濟試驗，都是用選擇尽可能相似的牲畜作為對照組和試驗組的分組方法來進行的。各組牲畜的飼養管理和保育條件都相同。在放牧季節是把牲畜放在普通畜羣內放牧。

在 1947 年秋季前進行的試驗中，鈷鹽和銅鹽是餵給溶于水的；而以後則餵給以食鹽為基礎的加入氯化鈷或硫酸銅所制成的克重錠劑。給牲畜餵錠劑時是把錠劑分別夾在面包塊或面团、馬鈴薯塊或塊根塊中來餵。

在進行科學-經濟試驗和實驗室研究分析的同時，並在共和國的許多農場中對大量牲畜進行了餵用鈷鹽的試驗。而餵用銅鹽的試驗則僅用于反芻動物。

我們在下面舉出最能代表研究分析的結果來。

对去势小公羊的試驗 去势小公羊的試驗差不多連續进行了兩年——自 1947 年 2 月 5 日至 1949 年 1 月 13 日,并且是在土壤耕作層含可溶性鈷 0.6—0.8 毫克/千克和其干草的干物質含鈷 0.05—0.06 毫克/千克的农場里进行的。所提出的任务如下:研究和試驗鈷鹽和銅鹽的預防特性及治疗特性;确定在預防和治疗牲畜干癆病时鈷鹽的用量并研究出給牲畜飼餵这些鹽类的技术。为了試驗,从“健康的”地方运来了 8—9 月齡的去势小公羊。給小羊进行了驅除內寄生虫处理以后,把它們分为三組。試驗是按下列方案进行:

第一組——对照組,去势小公羊 4 头,不給制剂;

第二組——試驗組,去势小公羊 4 头,給氯化鈷,用量为每头每晝夜 1.1—2.5 毫克;

第三組——試驗組,去势小公羊 5 头,在整个試驗期間每头每晝夜給硫酸銅 5 毫克,从 1947 年 2 月 5 日至 1948 年 1 月 6 日期間每头每晝夜給氯化鈷 1.1 毫克,从 1948 年 7 月 25 日至 1949 年 1 月 13 日期間每头每晝夜給氯化鈷 2.5 毫克。

在試驗結束时,也就是至 1949 年 1 月 13 日,第二組牲畜(繼續获得鈷鹽的)平均每头具有 28.3 公斤的增重,第三組牲畜(繼續获得硫酸銅,而氯化鈷曾中斷的)平均每头具有 27.9 公斤的增重。

這兩組去势小公羊都具有正常的剪毛量。

对照組的去势小公羊在試驗的头 8 个月过程中,也就是在 1947 年 10 月 10 日以前全部死亡。試驗組的去势小公羊在此期間完全健康,同时第二組去势小公羊每头增重 15.2 公斤,第三組每头增重 18.4 公斤(平均)。

現在把去势小公羊在整个試驗期間的活重动态用圖 1 表示出来。

在解剖死畜时發現:肌肉总萎縮,皮下脂肪全部消失,及上面已講过的在患这种病时其他的典型变化。

在 1947 年 10 月 10 日屠宰的对照組的第 9 号去势小公羊的血液內,在不完全可靠的狀態下每立方毫米血液含有血紅素 27.0%,

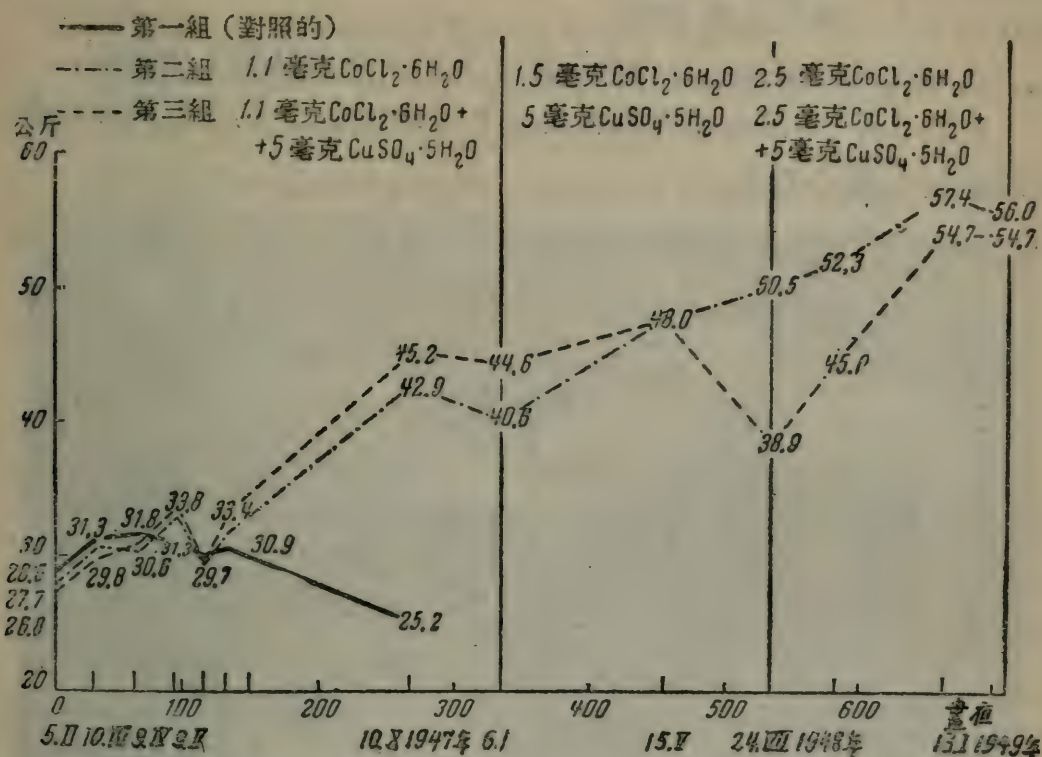


圖 1 去勢小公羊體重動態。試驗在 1949 年 1 月 13 日結束

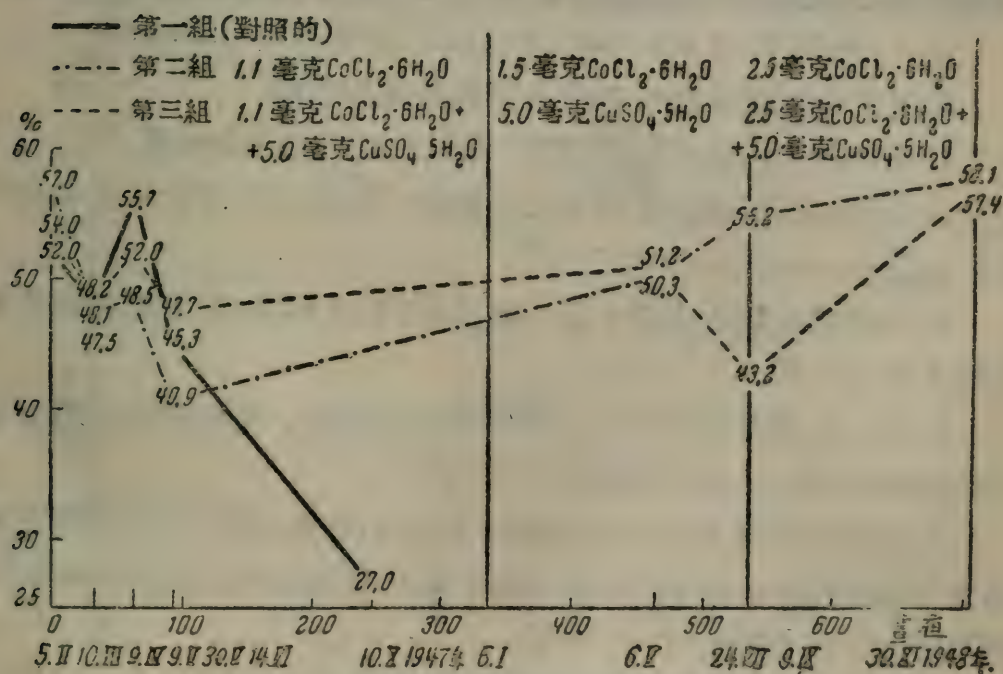


圖 2 去勢小公羊血液內血紅素的含量

紅血球 587 万和白血球 5800。

在整个試驗期間血液內血紅素的变动情况可从圖 2 中看到。

在圖 3 中,中間的是对对照組的第 9 号去勢小公羊,而在兩旁的是試驗組的去勢小公羊。



圖 3 中間是第 9 号去勢小公羊,其左右是第三和第二組中的去勢小公羊

根据这个試驗資料可以作出下列的基本結論:

1. 在飼料內鈷素不足的地方,用氯化鈷按每头每晝夜 1.1—2.5 毫克的用量能預防和治癒綿羊的干癆病,保證其正常的發育和生产性能。

2. 在获得鈷素的去勢小公羊的血液內,血紅素、紅血球和白血球的数量均为正常。

3. 給正在發育的去勢小公羊餵用氯化鈷时,同时每头每晝夜餵用硫酸銅 5 毫克,比單餵氯化鈷更有效果。

4. 仅餵用銅制剂会引起牲畜体重的下降和血液內血紅素和形成要素含量的減少。这表明,單用硫酸銅不是防治綿羊干癆病的葯剂,而只有与氯化鈷同用才起作用。

5. 在土壤內,因而也是在飼料內鈷含量很少的地方,如果不給綿

羊加餵鈷鹽，要正常地飼養繁殖綿羊是不可能的。

对犏牛的試驗 犏牛的試驗是从 1947 年 2 月 5 日至 5 月 30 日，地点也是在進行去勢小公羊試驗的农場。

試驗的目的是研究以鈷作为預防和治疗犏牛干癆病的葯剂。为試驗，選擇了相同年齡的犏牛，但对照組的犏牛是健康的、增重本来正常的，而試驗組的犏牛是患干癆病的，因而是發育落后的。

試驗是按下列方案处理：

第一組——对照組，不給鈷制剂；

第二組——試驗組，給氯化鈷，每头每晝夜 10 毫克。

对照組犏牛从春天快到时起，就吃不完規定的飼料量。这組犏牛的食慾大为下降，特別是在 3—4 月：它們甚至連小量的碎燕麦粒也吃不完。試驗組犏牛能吃完全部飼料，一点也沒有剩下。試驗期間犏牛活重的变动情况可从圖 4 中清楚地看到。

在整个試驗期 114 天内，平均对照組每头犏牛的活重減輕了 18.8 公斤，而試驗組犏牛的活重平均每头則增加了 38.4 公斤。

到試驗結束时，获得鈷素的犏牛的狀況已大大改变——看样子

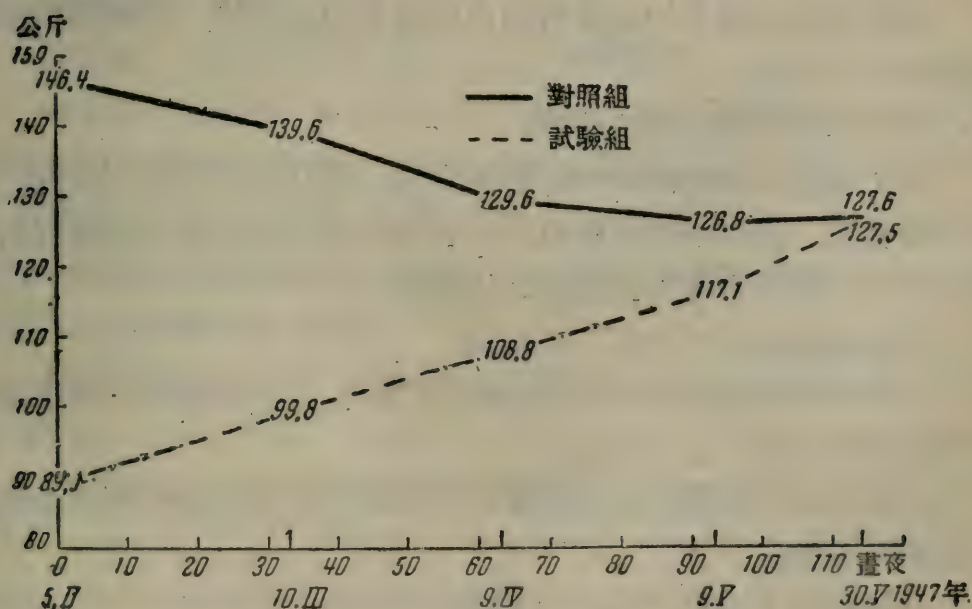


圖 4 試驗組和对照組犏牛的体重动态

它們已完全正常。而到同一时期,对照組的犏牛已进入惡病質状态,并有死的可能。

圖 5 所示为試驗組的 1 头母犏和对照組的 1 头公犏。



圖 5 第 17 号母犏和第 15 号公犏(1948 年 6 月 3 日)

获得鈷素的犏牛的血液內的血紅素和形成要素,比对照組犏牛血液內的多的多。

圖 6 是表示血紅素的动态。

兩個組犏牛的骨骼內的鈣和磷含量,都在标准量的範圍內。这一事实表明,在犏牛的試驗以及在去勢小公羊的試驗中所研究的这种干癆病,并没有与骨軟化病合併發生。

根据試驗結果可作出下列結論:

1. 在干草內含鈷量为 0.05—0.06 毫克/千克的地方,小牛是要患干癆病而且是不能养活的。

2. 小牛每头每晝夜加餵氯化鈷 10 毫克,是完全足以預防或治癒干癆病的用量。

对育成牦牛及初产母牛的試驗 育成牦牛及初产母牛的試驗是从 1948 年 1 月 10 日至 11 月 30 日进行,同时也是在前面試驗的农場

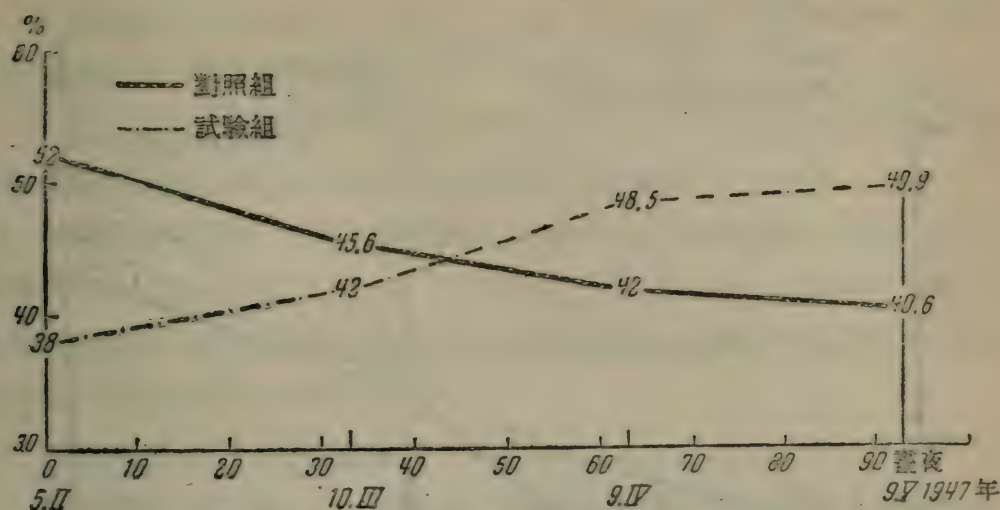


圖 6 犢牛血液內血紅素含量動態

進行的。試驗的目的，是研究單用一種氯化鈷的不同用量及其與硫酸銅共同使用對育成犢牛活重、生長動態及初產母牛繁殖情況的影響。

試驗方案如下：

第一組和第二組——試驗組，每組牲畜為 6 頭；第一組獲得鈷，第二組獲得鈷+銅；

第三組——對照組，牲畜為 6 頭，不給制劑。

從 1 月 10 日至 5 月 25 日，第一組牲畜每頭每晝夜餵給氯化鈷 15 毫克，第二組每頭每晝夜餵給氯化鈷 5 毫克。從 5 月 25 日至 7 月 24 日不給牲畜餵用制劑。從 7 月 24 日至 11 月 30 日，兩個組的牲畜每頭每晝夜餵給氯化鈷 10 毫克，此外第二組的牲畜每頭每晝夜還額外餵給硫酸銅 150 毫克。

對照組牲畜時常吃不完精料和馬鈴薯，而干草也比試驗組牲畜吃的少。

在試驗期間，第一組每頭牲畜的平均晝夜增重量為 397 克，第二組——363 克，第三組(對照組)——267 克。因此，獲得較好效果的是第一組的牲畜(每頭每晝夜餵給氯化鈷 15—10 毫克)。

牲畜的活重動態如圖 7 所示。

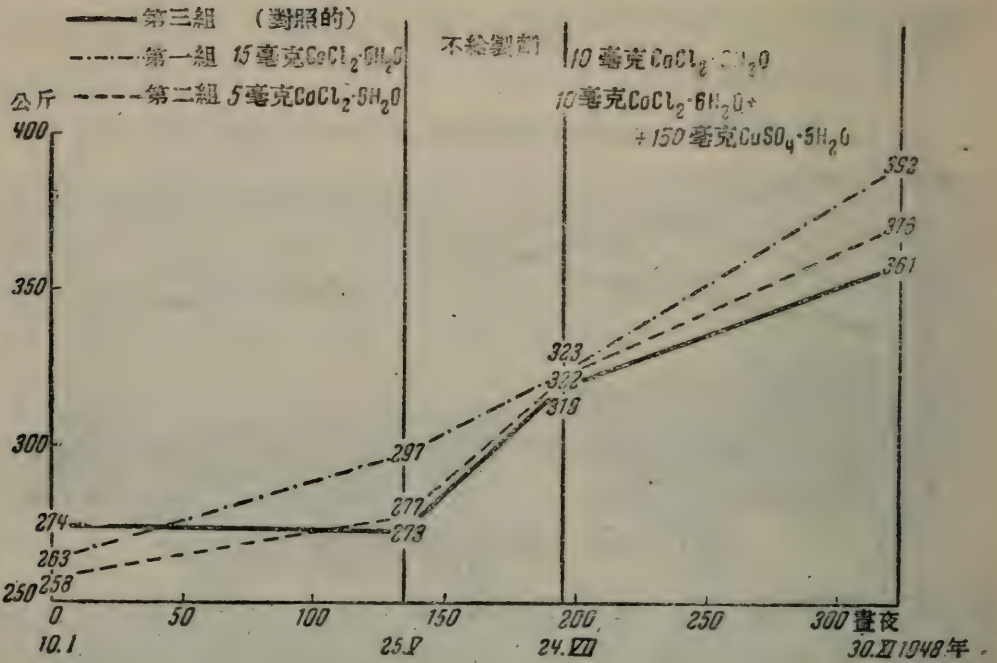


圖 7 育成妊牛和初产母牛的活重动态

使用制剂，对初产母牛的繁殖产生了有效的影响。

在試驗期間，第一組的 6 头育成妊牛中有 4 头分了娩，其余 2 头仍在怀孕。这一組的犢牛出生时的活重为 25—32 公斤(平均为 28.7 公斤)。第二組的 6 头育成妊牛中也是有 4 头分了娩，1 头流产，1 头仍在怀孕。这一組的犢牛出生时的活重为 25—31 公斤(平均为 28 公斤)，其中有 1 头犢牛于 5 日龄时死亡。对照組所获得的結果最坏。这一組的 6 头育成妊牛中順利地分娩的只有 3 头，1 头流产，2 头仍在怀孕。犢牛死亡了 2 头——在 8 日龄和 20 日龄时；育成的犢牛只有 1 头。犢牛出生时的活重为 20—27.5 公斤(平均为 22.3 公斤)。

根据試驗結果可作出下列結論。

1. 在上半年，即自 1 月 10 日至 5 月 25 日，在育成妊牛及初产母牛每头每晝夜餵給氯化鈷 15 毫克的情况下获得了很大的效果。

2. 在下半年，即自 7 月 24 日至 11 月 30 日，在育成妊牛及初产母牛每头每晝夜餵給氯化鈷 10 毫克的情况下获得了令人滿意的結果。

3. 氯化鈷與硫酸銅同時使用比僅用鈷一種制劑更有效果，但是這還需要繼續進行檢查試驗。

4. 在有地方性貧血的地帶，在夏季期間進行牲畜放牧管理時，牲畜的狀況，不使用鈷制劑也可以得到顯著的改善。

對母牛的試驗 母牛的試驗也和育成犍牛的試驗一樣，是從1948年1月10日至11月30日在同一个農場進行。試驗的目的，是研究氯化鈷、硫酸銅的不同用量及氯化鈷與硫酸銅共同使用對母牛活重、生產率及繁殖的影響。

試驗是按照下列方案進行：

第一組和第二組——試驗組，每組母牛為6頭；第一組獲得鈷，第二組獲得鈷+銅；

第三組——對照組，母牛為6頭，不給制劑。

體重的變動，以及鈷鹽和銅鹽的給與量和飼餵的規定如圖8所示。

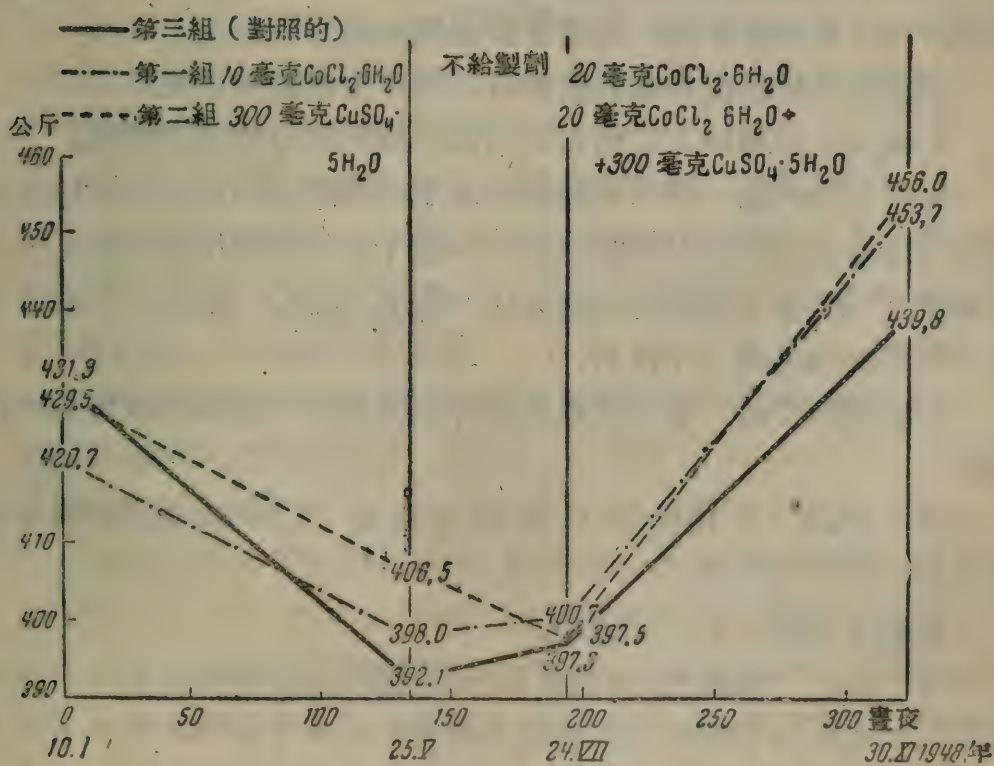


圖8 母牛的活重動態

根据母牛活重的增加速度、挤乳量及乳脂含量的动态可以作出結論說，在把氯化鈷和硫酸銅共同餵給母牛的情況下所获得的效果最大。

給母牛餵用鈷鹽和銅鹽，对其犢牛的活重也产生了良好的影响：試驗組母牛所产犢牛的活重为 34.1—35.3 公斤，而对照組母牛所产犢牛的活重仅为 31.1 公斤。

血液学上的研究分析的結果表明，鈷比銅对血液成份产生更强烈而良好的影响。

根据在母牛試驗所获得的資料可以做出下列結論。

1. 母牛每头每晝夜餵給氯化鈷 10—20 毫克可預防干癆病，可良好地影响母牛的活重、血液成份、产乳量及其犢牛的品质。

2. 氯化鈷具有一种特性，即在日粮中去掉氯化鈷以后仍能長時間良好地影响母牛的有机体和生产率。

3. 在冬春期間母牛每头每晝夜單獨餵給硫酸銅 300 毫克仅对其活重产生了良好的影响，但沒有發現銅的良好后作用。

4. 同时餵用鈷的和銅的制剂时，所产生的效果最大。

5. 餵用从外地运入的精飼料可部分地預防母牛的干癆病。

对仔猪的試驗 仔猪的試驗是从 1950 年 1 月 6 日起在拉脫維亞农学院耶尔加夫實習农場进行的。这个农場的土壤是弱灰化土，其表面 0—28 厘米土層含鈷量为 1.9 毫克/千克。吃栽培在这个农場的飼料的农畜患了干癆病。

作試驗的目的，是研究氯化鈷作为猪抵抗干癆病的預防剂的作用。

为了試驗，从 1949 年 11 月 26 日和 27 日出生的兩窩仔猪中選擇了作試驗用的仔猪。

試驗是按照下列方案进行：

第一組——試驗組，仔猪 5 头；在試驗初期，即自 1 月 6 日至 2 月 15 日，每头每晝夜餵給氯化鈷 5 毫克，而自 2 月 15 日至 4 月 6 日每头每晝夜餵給氯化鈷 10 毫克；

第二組——對照組，仔猪 6 頭。

試驗組仔猪到 4 月 6 日的增重量，比對照組的高出 23%。

在氯化鈷用量自每頭每晝夜 5 毫克增加到 10 毫克以後，仔猪活重的增長亦隨之加速。經確定，在給猪餵用鈷的時候鈷具有長時期的後作用。

根據這個試驗的結果可作出下列結論：

1. 氯化鈷能良好地影響仔猪的增重狀況，并具有長時期的後作用。
2. 餵用氯化鈷可提高猪的血液內血紅素和紅血球的含量。
3. 對具有活重 20 公斤多的仔猪，每晝夜餵用氯化鈷 10 毫克比餵用 5 毫克的效果大。

氯化鈷大劑量對動物有機體的影響 為了研究鈷的毒性、生理學特性和機械作用對牲畜和禽類有機體的影響，我們進行了用氯化鈷大劑量餵飼擠乳牛、犢牛和雛雞的試驗，劑量為普通用量的 600 倍。

試驗是在拉脫維亞共和國科學院動物飼養與動物衛生研究所的實驗基地進行。該實驗基地的土壤含鈷是充足的——2.6 毫克/千克以上，這個農場的牲畜不感染干癆病。

現在把犢牛和雛雞的試驗結果引列如下。

對犢牛的試驗 這個試驗是用 2—3 月齡的犢牛進行，時間是自 1949 年 9 月 22 日至 1950 年 1 月 14 日。用淘汰的小公牛編成兩個組：試驗組（獲得鈷）和對照組。

試驗組小公牛除了基本日糧以外並獲得氯化鈷（溶于脫脂乳或飲水中飼餵），其用量如下：自 9 月 22 日至 11 月 18 日每頭每晝夜餵給氯化鈷 1 克，自 11 月 18 日至 12 月 13 日餵給 1.5 克。

從 12 月 13 日至試驗結束，試驗組的小公牛吉科爾斯每晝夜獲得氯化鈷 1.5 克，而小公牛托姆斯每晝夜獲得氯化鈷 3 克。

在試驗期內增重量較高的是獲得鈷的試驗組牲畜：試驗組犢牛的平均晝夜增重量為 818 克，對照組犢牛的為 773 克。應該指出這樣一個事實：小公牛托姆斯從出生直到在全試驗期間具有最大增重

量(879克)是在屠宰前 30 天内每晝夜餵用氯化鈷 3 克的时期,这种剂量超过了犢牛一般使用剂量的300—600倍。

在試驗期間所有牲畜均極為健康。

不同的,是自 11 月 18 日起当小公牛托姆斯开始每晝夜获得氯化鈷不是 1 克而是 1.5 克的时候,它的活重增加速度即开始加速,而在 12 月 13 日起把氯化鈷晝夜用量增加到 3 克以后,在头 10 天这头犢牛的增長則暫時停止,但在以后其增重速度又开始加速。这样看来,氯化鈷这样的大剂量在初期会抑制生長,但在以后牲畜有机体即能适应于消化这种元素,并且其体重能繼續正常地增加(圖9)。

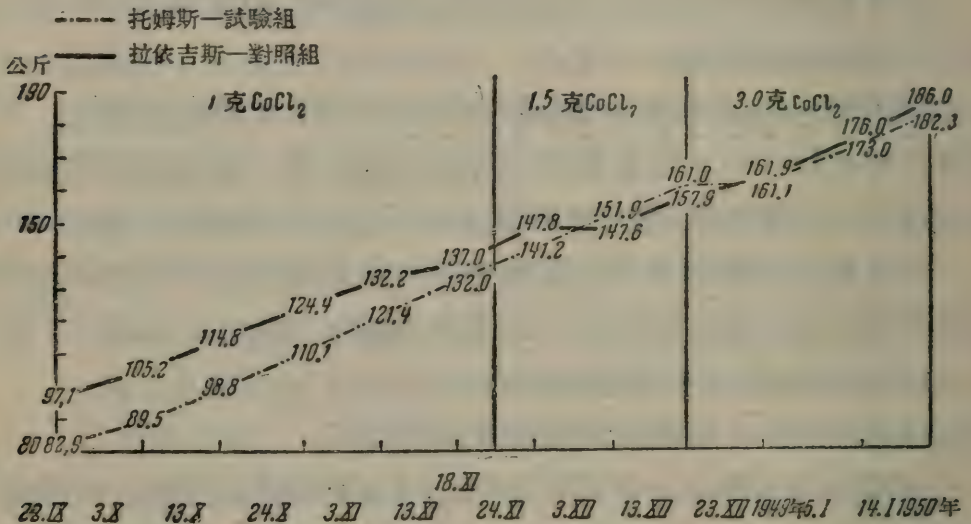


圖 9 氯化鈷大剂量对小公牛托姆斯活重的影响

血液学上的研究分析材料表明,試驗組犢牛血液内的血紅素,紅血球和白血球的数量已大大地增加。与其他犢牛相比較,在試驗結束时小公牛托姆斯血液内的血紅素数量最大(达87%)。

圖 10 所示,为試驗期內小公牛托姆斯与对照組中的小公牛拉依吉斯相比較的血液成份的变动情况。

指出这样一个事实是有意义的:虽然試驗組牲畜的紅血球增多症表現得如此明显而并没有影响到其血液内的色指标(цветный показатель)。这是由于血液内紅血球的数量增加时,血紅素也同时增

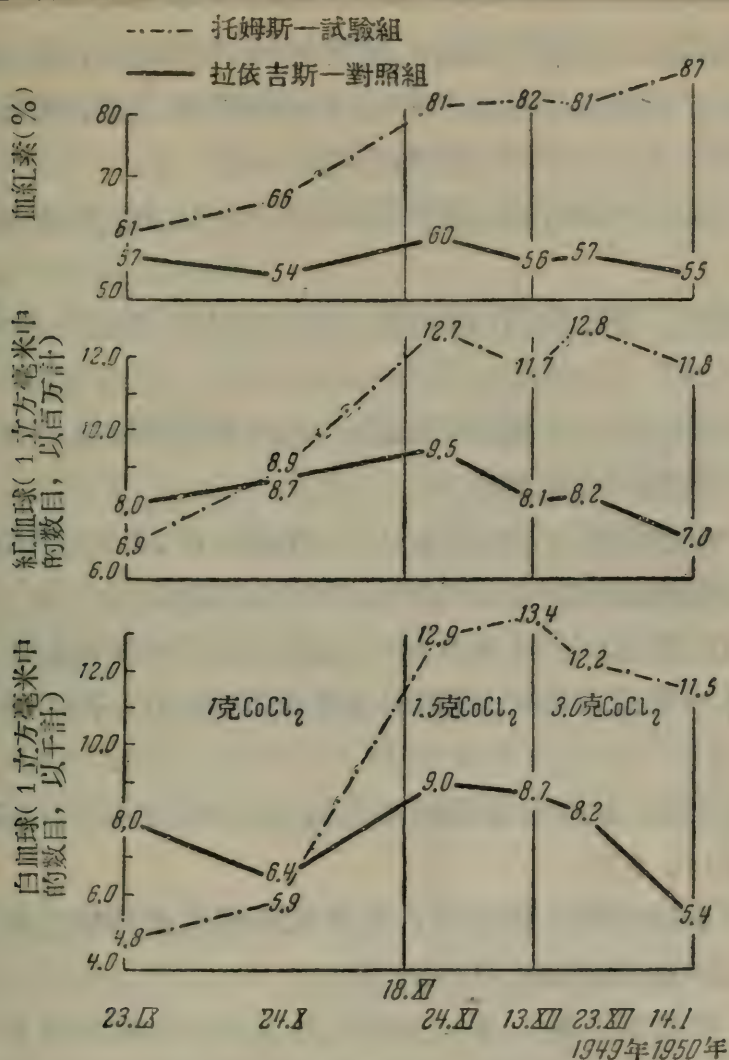


圖 10 氯化鈷大劑量對小公牛托姆斯的血液成份的影響

加的緣故。化學分析的資料證明，在試驗期間並沒有發現犢牛有病理上的現象。各犢牛的胴的、有機體各器官的和各部分的重量上的特殊差異，還沒有被確定出來。

經確定，試驗組犢牛肝內的維生素A、E和C已大大地增加。試驗組犢牛的脾和肌肉內的維生素C比對照組犢牛的多，而腎上腺內的維生素C則相反，比對照組犢牛的少。在每晝夜獲得氯化鈷3克的小公牛托姆斯的腎上腺內發現了維生素C較低的含量。

經化學分析確定，試驗組犢牛有機體各部分內積蓄有大量的鈷，

同时在获得钴较多的犊牛的有机体内钴的积蓄量更丰富。从这里可得出結論說，有机体内钴的积蓄量是直接依赖于钴在飼料内的存在量的。經發現，钴在肝和腎臟內的积蓄最多。

在試驗組的肝和脾內，与对照組犊牛的相比較，也發現了鉄比較多的集积。

各犊牛的大脛骨內鈣、磷和灰分在含量上是否有重大的差別，未經确定。

对雛鷄的試驗 对雛鷄的試驗，是在多層育雛器的管理条件下进行了两个短期的定向試驗。

第一个試驗是从1949年5月20日至6月20日进行的。

对照組和試驗組都是各为5只40日齡的雛鷄。

試驗組的雛鷄按每1公斤活重获得氯化钴的数量如下：40—50日齡时为0.5毫克，51—60日齡时为0.68毫克，61—70日齡时为1.32毫克。

在試驗期間，对照組雛鷄的平均活重增加了105%，試驗組雛鷄的則增加了116.5%。

血液学上的研究分析表明，对照組雛鷄血液內的血紅素和紅血球的含量比試驗組雛鷄血液內的要少。

第二个試驗的目的，是研究氯化钴大剂量对雛鷄活重、血液成分、血液內和一些器官內維生素C含量的影响。試驗用的雛鷄均为25日齡，对照組和試驗組各为5只。試驗組雛鷄在头5天每1公斤活重获得氯化钴15毫克，在后5天每1公斤活重获得氯化钴30毫克。在这10天內，对照組每头雛鷄的活重平均增加了21.4%，試驗組的增加了30.2%。

对照組雛鷄血液內的血紅素和紅血球的数量及有机体内維生素C的含量，都比試驗組雛鷄的少。

試驗結果証明，氯化钴对雛鷄活重的增加是具有良好的影响的。

試驗表明，动物有机体内在钴鹽的影响下可以加强合成和积蓄

維生素的組織的代謝產物的活動性，而維生素可以改善造血器官的作用、加強肌肉蛋白的和酶的合成作用及促進基礎代謝。在有機體內進行氧化過程時，維生素 C 的作用特別大。

給有機體豐富維生素 A、E 和 C，可提高動物對傳染的抵抗力、加強其發情和改進其受精率。

鈷的和銅的制劑的普遍試驗 經我們對去勢小公羊和小公牛的第一批試驗分析確定，鈷鹽和部分銅鹽是防治農畜干癆病的有效藥劑。因此在擴大實驗工作的同時，我們已着手普遍檢驗對主要的按年齡分的農畜組使用鈷鹽和銅鹽的技術和劑量。此外，並且對由於飼料內缺乏鈷而引起牲畜疾病傳播的地區，進行了調查工作。

給牲畜餵用的氯化鈷是錠劑，每頭的平均晝夜用量如下：成年牛分為 10 毫克、20 毫克和 40 毫克，小牛和馬駒分為 5 毫克、10 毫克和 20 毫克，豬分為 5 毫克、10 毫克和 20 毫克，綿羊或山羊分為 1.5 毫克、2.5 毫克和 5 毫克，馬分為 20 和 40 毫克。給馬、牛和豬餵用鈷制劑是每隔 1—2 日餵一次，給綿羊和山羊是每隔 3 日、4 日或 5 日餵一次。

硫酸銅制劑只是用反芻動物進行了檢驗，給母牛餵用硫酸銅每頭每晝夜的劑量不超過 300 毫克，小牛每頭每晝夜 75—150 毫克，綿羊 5—10 毫克。

在餵用鈷鹽和銅鹽時，每繼續 15—60 晝夜（或更長一些）即停餵藥劑 15—30 日。

在根據使用鈷制劑去治療牛的普遍檢驗所獲得的資料作出總結時，應該說明一下，病畜的食慾一般在開始餵用鈷鹽後 7 日內即予恢復。在 1—1.5 個月內牲畜即已痊癒，它們的狀況得到顯著的改善；犢牛出生時是發育正常和有生活力的。痊癒的母牛的生产率已變為正常的狀態。

現在我們舉出使用鈷制劑進行普遍檢驗中的一些比較具有代表性的例子來。

里加區拉加采也姆斯鎮的一頭母牛在 1946 年開始患干癆病。這

头母牛于1947年2月流产，再不發情。虽然是在十分良好的放牧場上，但至1947年9月1日它已消瘦到不能跟上畜羣。圖11所示为这头母牛在1947年9月1日时的状态。



圖 11 拉加采也姆斯鎮的病母牛(1947年9月1日)

从1947年9月1日起开始以氯化鈷餵給这头母牛，剂量为每晝夜20毫克，至同年10月5日母牛即显著地复元了。圖12所示为这头母牛复元后的状态；照片攝于1947年10月5日。

1947年冬季，由“健康的”地方把一头种公牛运到了同一个鎮的国营配种站。夏季，这头公牛即开始食欲不振，至9月1日表现了干癆病患的典型征狀(圖13)

从1947年9月1日起开始以氯化鈷餵給这头公牛，剂量为每晝夜20毫克，至10月5日公牛的状况获得了显著的改善，这可在圖14中明显地看出来。

1946年4月圖庫姆斯区阿普采也姆斯鎮运入了一头健康的母牛。这头母牛从1947年1月起即开始食欲不振，而在同年3月分娩后表现出干癆病患的典型征狀。至9月1日母牛已处在極其亏虛的状态(圖15)，晝夜产乳量仅为2—3公升。



圖 12 同一頭母牛在治癒后的狀態(1947年 10 月 5 日)

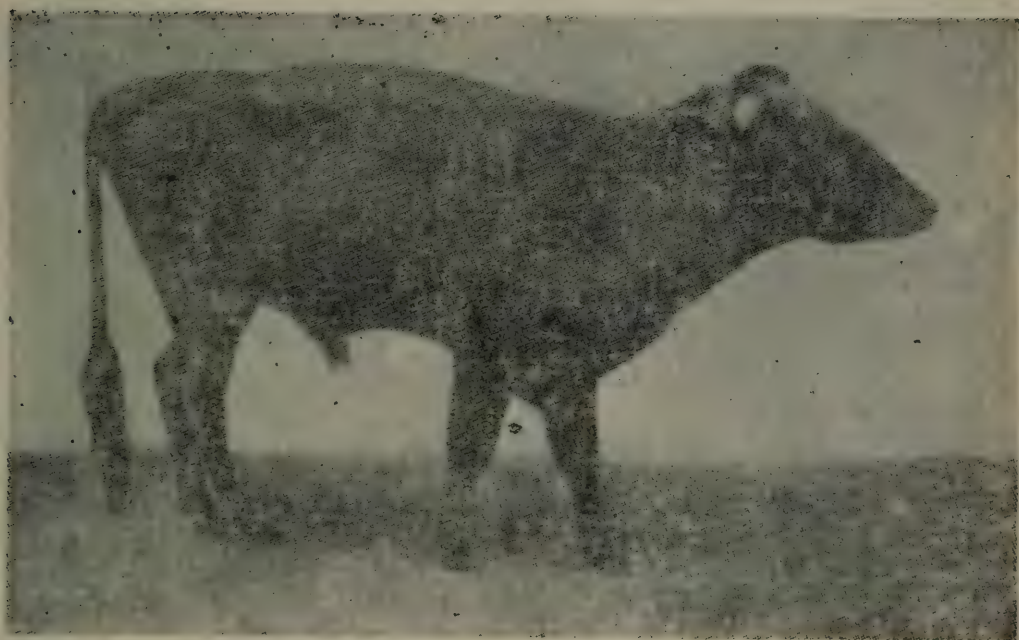


圖 13 拉加采也姆斯鎮的病公牛(1947年 9 月 1 日)



圖 14 同一头公牛,其体重已显著地增加(1947年10月5日)



圖 15 阿普采也姆斯的病母牛(1947年9月1日)

从 9 月 1 日起开始以氯化鈷餵給这头母牛,每晝夜 20 毫克。圖 16 所示为这头母牛在 1948 年 3 月 19 日时的状态。



圖 16 同一头母牛治愈后的状态(1948 年 3 月 19 日)

同时,在两个月过程中停止餵給鈷时这头母牛的干癆病就迅速发展,这一事实是很有意义的。

1944 年春季,有一头母牛从健康的地方运到了斯洛卡城。1945 年这头母牛在分娩后开始患干癆病,但在 1945 年夏季已复元,而在 1945—1946 年冬季又患病,1946 年夏季与 1945 年夏季一样又复元。这头母牛于分娩后自 1946 年秋季又最后一次开始患干癆病。它不乐意吃好的飼料而乐意吃冬麦秸、沼澤地的和霉爛的干草,很少飲水,而飲廐液。在 1948 年 6 月疾病使母牛达到了極度的惡病質,这可在圖 17 中看到。

这头母牛的預产期是 1948 年 5 月 25 日,而实际上在 6 月 16 日分娩。犢牛体質很弱,以致在出生第 3 天在各方面的帮助下它才能站立起来。犢牛出生后第 2 天的活重为 18.4 公斤。母牛的产乳量不能滿足犢牛对乳的需要。

母牛自 1948 年 6 月 3 日起开始获得鈷制剂,并从这个时候起即



圖 17 斯洛卡城的病牛(1948年 6 月13日)



圖 18 同一头母牛治癒后的状态(1949年 8 月20日)

开始迅速复元。

1948年6月20日从这头母牛已能挤乳6公斤,7月6日挤8公斤。至同年秋季,母牛即已痊愈,而至1949年4月1日已变成完全两样的了(圖18)。

母牛在1949年4月25日停乳,于预定产期—1949年6月1日分娩。犊牛出生后第2天的活重为32公斤;母牛的挤乳量,6月28日为18.5公升,从8月10日起每晝夜为16公升,从8月27日起为11公升,乳脂率为4.2—4.5%。

里加区卡特尔肯鄉“斯塔烏梅的月亮”集体农庄,在1949年春季有10头母牛患干癆病。圖19所示的乳牛薩尔捷是病牛之一,那是在1949年5月27日时的状态。薩尔捷是1949年5月1日分娩,5月25日仅产乳1公升。



圖 19 “斯塔烏梅的月亮”集体农庄的病母牛(1949年5月27日)

自5月27日起每头病母牛开始每晝夜获得氯化鈷20毫克,到第5—第7晝夜它們即开始正常地吃料,随后即予复元。到8月20日,母牛薩尔捷每晝夜产乳10.5公升。圖20所示为这头母牛于同年8月1日时的状态。



圖 20 同一头母牛治癒后的状态(1949年8月1日)

經确定，鈷制剂对綿羊和山羊的作用更快和更大。

成年綿羊和山羊的食慾，在开始餵給鈷后的头3—5天内即可恢复。綿羊和山羊一般在一个月期間即可痊癒。羔羊比成年羊复元得更快，它們經過2—3天即可恢复元气。

在那些至目前为止綿羊和山羊一般都要死亡的地方，如果在它們的飼料中使用鈷鹽是可以飼养它們的。这可以为土壤內缺鈷的地方胜利地繁殖綿羊和山羊創造条件。

鈷制剂的普遍使用，对患干癆病的馬和猪也产生了有效的影响。

結 論

1. 在拉脫維亞苏維埃社会主义共和国土壤为砂土、灰化土、沼澤土和泥炭土的地区，农畜会感染一种很少能治癒的、当地居民称之为干癆的特殊疾病。經确定，这种疾病是由于飼料內缺鈷而引起的，而飼料內得到鈷的保証是取决于土壤內可变态鈷的含量的。

2. 在該共和国飼料栽培在土壤含可溶性鈷1.5毫克/千克(佔干

物質的)以下的地區,發現有牛、綿羊和山羊的許多疾病。在土壤含鈷 1.5—2.0 毫克/千克的地方牲畜也時常患病,而在土壤內含鈷達 2.0—2.3 毫克/千克的農場牲畜患病比較少,情況也沒有那麼嚴重。

3. 生草-含碳酸鹽淋溶土和重壤土,最能保證鈷素。在大部分為上述土壤的農場,沒有感覺到飼料內鈷的不足。

4. 在土壤內鈷含量不足的農場,如果運用高度的農業技術、播種多年生豆科牧草、經常施用廐肥和礦物肥料,以及在使用外地栽培在含鈷充足的土壤的飼料的農場,牲畜患病較少,而且病情也較輕。

在牲畜患干癆病的地帶,預防這種病的可靠方法,是經常給牲畜餵用 *меясса*、歐洲山楊的樹皮或樹枝和木炭。在一年當中把牲畜放牧在能保證鈷素的土壤 1.5—2 個月,也可以預防這種疾病。

5. 綿羊、山羊、小牛,以及高產乳牛和在懷孕末期的母畜,對飼料內鈷不足的反應最為劇烈。豬和馬患干癆病的較少。

6. 經實驗工作和普遍檢驗証實,使用氯化鈷作為礦物補充飼料可對患干癆病的各種農畜發生治療作用,而對健康的牲畜可發生預防作用。

氯化鈷的良好作用表現為下列幾點:

- (1) 病畜的食慾,在開始餵用鈷鹽後的頭 5—7 天內即恢復;
- (2) 牲畜的營養狀況顯著改善,體重迅速增加,所表現的干癆病特征根據發病程度在 30—45 天內消失;
- (3) 仔畜出生時更有生活力;
- (4) 泌乳牲畜迅速恢復乳的生產量;
- (5) 羊毛的品質獲得改善,剪毛量獲得增加;
- (6) 幼畜的復元和它的狀況的改善都比成畜快;
- (7) 經常獲得鈷制劑的牲畜感染傳染病較少。

7. 經確定,土壤內缺銅的地區,氯化鈷和硫酸銅配合來餵用可對綿羊和擠乳牛產生更有效的作用。

8. 氯化鈷具有這樣的特性,即在停止使用它以後仍可對牲畜發生長時間(15—60 天)的和良好的後作用;硫酸銅只能在用它來加餵

牲畜的时期發生作用。

9. 牛能在繼續不断的飼养过程中經受大量的氯化鈷，但是氯化鈷的飼餵量在每百公斤活重每晝夜超过 1 克时即能对骨髓产生抑制作用。極濃的氯化鈷水溶液能引起小腸充血、發炎和腹瀉。

10. 經确定，在加餵氯化鈷的情况下牛和雛鷄血液內血紅素和形成要素的数量可增加，而器官和組織內維生素 A、E、C 和鉄的数量可增加。

可以預料，既然維生素 B_{12} 成份中包含有鈷，那末鈷补充飼料在牲畜有机体内就应当能加强作为治疗恶性貧血的有效藥剂的維生素 B_{12} 的合成作用。

11. 丰富有机体内的維生素 A、E 和 C，可以加强动物对傳染病的抵抗力，加强其發情和改进其受精率。

12. 我們的試驗研究結果、在 B. B. 科瓦里斯基教授领导下进行的試驗研究以及在爱沙尼亞共和国所进行的試驗研究，給予了充分的根据可把鈷列入执行生理机能的生活元素之內。

13. 經常使用鈷剂和銅剂作为因飼料內缺鈷和銅而患病的农畜的补充飼料，將能促使畜牧業更迅速的發展及其产品率更快的提高。

[陈業文譯 張仲葛校]

嗜異癖的特殊形态——沼澤地病——及其 用鈷鹽的治疗

И. А. 卡阿尔捷

家畜除了由于矿物鹽类缺乏所引起的、其病因和病狀已被相当詳細地弄清楚了的物质代謝病(佝僂病、骨軟病、骨質疏松病和骨纖維化)以外,还發現有矿物质代謝病。这种疾病是在最近几十年来才开始被研究的。其病因目前还只是被局部地和不完整地确定出来。属于这种病的,有由于微量元素——銅、鋅和硼等的不足所引起的各种疾病。人們首先是开始研究上述微量元素对植物的作用;而在这种研究中首先是确定了这些物质对谷类作物的生理学作用和需要。往后,經弄清了这些物质对动物的發育和正常生命活动具有重要的意义。

在由于微量元素缺乏所引起的物质代謝病中,近十年来,在爱沙尼亞共和国地区內已注意到牛嗜異癖的特殊形态——所謂沼澤地病。

由于沼澤地的开垦和在这种土地上建立农場,在發展畜牧業上,特别是在牛的繁殖上發生了一些困难(牛出現有食欲下降、舐食傾向、消瘦和产乳量下降等疾病;往往有因虧虛而死亡的現象)。由于發現了这种到目前为止还了解得不够而又会給畜牧業帶來巨大損失的疾病,所以有必要尽快地去弄清楚这种疾病發生的原因和特性。为了进行研究,于1937年組織了一个委员会,委员会是由塔尔圖斯克大学兽医学系和农学系的代表和国立血清学研究所的代表所組成的。在委员会的工作計劃中包括有下列諸問題:1)弄清楚沼澤地病的散佈情况;2)了解牲畜的飼养管理条件;3)研究土壤的成份及在这种土壤上生長的飼料的成份;4)弄清楚沼澤地病的临床狀況及有机

体与这种疾病有关的病理解剖学上的变化。所进行的試驗，是用沼澤地的飼料来餵养牲畜和用鈷鹽来治療病畜。

确定沼澤地病的散佈程度 1937年春季在農業專家(顧問)和畜牧学助教(檢查員)的帮助下,进行了牛的調查研究。所获得的資料,由兽医就地进行檢查觀察。沼澤地病散佈的研究工作,由同一兽医人員在 1938 年和 1939 年繼續进行。在某些地区,每年都發現有这种病患。

散佈沼澤地病的地区的土壤种类有兩種。在已垦和已排水的沼澤土地地区是泥炭土,泥炭厚达 1.5—2.25 米;在散佈沼澤地病的其他一些地区土壤是沙土,厚約 30 厘米的沙土和腐植土層复盖着沙質底土層。在研究过的农場数目中,有 25% 的农場其土壤为純泥炭土,有 35% 其土壤为沙土,有 40% 其土壤为泥炭和沙土的混合土。

患沼澤地病的母牛的临床狀況 沼澤地病相应征候的資料,是在当地(农場)以病畜临床研究的方法和在塔尔圖斯克大学兽医学系研究三头供試驗用的母牛的情况下所获得的。

各农場現有的母牛,大部分是購自外地的,而只有小部分是在当地培育出来的。

牲畜發病是在冬季舍飼时期。在 2、3、4 月,病的征候表現得特別剧烈;一部分牲畜在夏季还出現病患。孕牛,尤其是产乳量高的孕牛患病更严重。

患沼澤地病的牛具有極為不良的营养狀況:骨骼肌和胴肌萎縮、皮下蜂窩組織發育不健全、皮膚彈性弱、毛被蓬乱;換毛延迟,在夏中甚至夏末才开始。能見粘膜淡白色,有时是全白色,而一部分牲畜會有輕微的黄疸症狀。在出現沼澤地病时,首先出現的征候是牲畜丧失对粉料和精料的食慾,随后則降低对粗料、特別是对栽培的和天然的沼澤土干草的食慾。

甚至在把牲畜放牧在放牧場时,其食慾也是不振的,恢复得也很慢。所有病畜都會出現有味覺倒錯的現象:普通飼料它們不乐意吃,而吃腐敗藁稈、馬鈴薯莖叶,一些病畜則吃泥炭,甚至咀嚼腐朽木头、

骨头、兽皮、紙和髒布。一些开始吃粪便沾穢的鋪墊的病畜，在短期內即死亡了。

前胃的运动活动曾低于中等标准，瘤胃运动在5分鐘內为2—10次。大便一般都具有較硬的硬度。

母牛分娩頗順利。約有25%的新生犢牛体質很弱，很長時間都不能站起来，但死亡的却很少。

患沼澤地病的母牛的产乳量很低，最高为每天5—6升，在長期患病时則降低到每天1升。

运动器官未發現有显著的变化：运动、站起和躺下都相当自如，而只有長期患病和惡病質的牲畜站起来时是很費力的，或站不起来只好躺着。約有 $\frac{1}{3}$ 的牲畜，其末梢尾椎出現軟化；而其余那些获得足量矿物质（白堊和磷酸鈣或骨粉）加餵的牲畜，其尾椎仍然是硬的。

在許多病畜的附屬性現象中，曾發現有小量或中等数量的牛皮蝇卵，而虧虛的病畜則發現有蝨。

在就地对所有病畜的實驗室研究中，曾确定了血紅素的含量，血紅素数量是在28%—59%（按薩里氏）的範圍內移动，而患病較重的貧血的牲畜其血紅素数量較低。其余的實驗室診斷学研究，是用那买来專供試驗研究用的患沼澤地病的3头母牛来进行的。对血液的形态学研究表明，病畜的紅血球数稍低于正常数，而嗜伊紅白血球的含量則高于一般含量（10%）。

血清內的鈣含量是在正常的範圍內（11.7毫克/百克），磷含量則稍高于正常量（15.7毫克/百克）。对尿液的質量分析，沒表現有蛋白質、血紅素、胆色素、糖和丙銅含量方面的病理学变化。3头供試驗研究用的母牛除了1头以外，其尿液中都發現有微量磷酸鹽。

在研究粪便时，在所有3头母牛都發現有毛狀綫虫卵。

供試驗用的病畜的解剖資料 在塔圖爾斯克大学兽医病理学院用患沼澤地病的3头母牛进行了病理解剖学和組織学的研究，并确定了下列的病理解剖学变化：营养狀況不良，皮下組織和腸系膜的脂肪积層缺乏，眞胃和細腸的慢性卡他，肝臟的輕度炎性过程，肝臟严

重的脂肪变性，腎臟的慢性炎（輕度）。此外，在2头母牛發現了甲狀腺萎縮。

为了进行細菌学研究，曾用肝、腎、脾和淋巴結的材料做成适当的培养基进行了培养，并証明是完全無菌的。

已确定的病理学变化，應該認為是繼發的、由于物質代謝長期破坏而發生的。

散佈沼澤地病地区牛的飼养条件 除了一个农場外，各处都是使用当地出产的飼料来餵牛。5月到晚秋，母牛是在放牧地或割草場放牧，而在庄稼收获后則在田野上放牧。在放牧期間餵精料的只是个别农場，并且餵的精料量也不大（每天每头0.5—2公斤）。所有农場所餵用的矿物鹽都是用食鹽；其他矿物質（磷酸鈣、骨粉和草木灰）給得不經常，給与量也不大（每天每头一食匙）。

在泥炭土地区，冬季每天每头牲畜餵給的飼料量为：栽培的沼澤土干草（随意吃），春麦稽3—4公斤，馬鈴薯2—2.5公斤，黑麦粉0.5—1公斤；作为矿物鹽的为食鹽（少量），磷酸鈣或骨粉一食匙，草木灰三食匙。

在沙土地区每天每头所餵的飼料量为：春麦稽（随意吃），天然的沼澤土干草4—5公斤；在肉質直根类飼料中为飼用冬油菜或飼用甜菜1—3公斤（当这种飼料用完时則用馬鈴薯2—5公斤），而作为精料的为燕麦粉、混合粉料或黑麦粉0.5—1.5公斤；作为矿物鹽的为食鹽和磷酸鈣（用量同前）。

在一个大型农場里，曾对一个牛羣进行过檢查观察，牛是获得标准定额的飼料。每天餵給兩次燕麦稽作为基本飼料，餵給的多汁飼料每天每头为馬鈴薯6.5公斤，精料每天每头为燕麦粉或箭筈豌豆粉、大豆和亞麻餅共4公斤。矿物質补充飼料是使用下列的混合料（每天每头三食匙）：骨粉120份，碳酸鈣30份，磷酸鈣20份，食鹽30份，胆礬和綠礬各0.3份，碘化鉀0.25份，菖蒲根莖粉0.2份。

在小型农場的飼料日粮，應該認為是單方面的和不足的，尤其是精料和矿物鹽方面更是如此。

在牲畜患有沼澤地病的各农場，对其当地飼料即栽培的沼澤土干草(9个品样)、天然草地干草(8个品样)和燕麦稈(5个品样)进行了矿物鹽含量的分析。对在不同地区的上述农場采集的飼料所进行的鈣、磷、鉀、鈉、鎂、矽、鉄、氮和碘含量的分析确定，这些物質在各农場的飼料內的含量是相同的。这些飼料在矿物質組成份方面，与在沒有沼澤地病的地区所采集的飼料相比較是相差無几的。对飼料內微量元素銅和鈷的分析沒有进行过。

因而，对沼澤土飼料的研究并不能闡明这种飼料与沼澤地病發生的关系。

为了确定牛飲用水的質量，在当地进行了水井的調查观察及水的細菌学和化学分析(9个品样)。在大部分农場，其水井里都是用木圍的，所以土壤表層的水随时有可能滲透到水井中。6个井水的五官感觉鑑定是良好的，18个农場的井水有味，并且是軟水；3个农場的井水被認為是不良的。

根据細菌学分析，所有的水品样在衛生方面都是良好的。化学分析表明，有兩個地方的水具有很高的硬度(17—25°)而其余品样的硬度則很低(6—8.7°)。大部分品样的氮含量都很高(20—30毫克/升)，有3个品样达到56.7—59毫克/升，这說明水井是被穢水染髒了。在4个品样中經測定其含有大量的有机物質，这也說明水是被染髒了的。

对水井及它的水的研究，並沒有表明使用这种水来餵飲牛对沼澤地病的發生会具有重大的作用。

塔爾圖斯克大学动物飼养試驗站的牲畜飼养試驗 为了弄清楚由于使用沼澤土干草飼餵而發生沼澤地病的原因，对3头供試驗研究用的母牛进行了相应的試驗。日粮是由下列飼料組成：沼澤土干草10—12公斤(在餵这种干草时牲畜曾患过病)，燕麦粉或混合粉料(精料)0.6—1.6公斤，大豆0.4公斤，飼用甜菜20—25公斤。在平均为时3个月的試驗期当中，試驗母牛並沒有表現出沼澤地病的任何征候，尤其是它們并無食欲丧失和味觉倒錯現象。相反的，在試驗

结束时母牛的体重分别增加了32公斤、40公斤和47公斤,它们的产乳量在泌乳期内仍然是稳定的。

所进行的试验表明,沼泽土干草配合精料和栽培在矿质土壤的肉质直根类饲料,是不会引起沼泽地病的。

土壤施用钴盐的试验和钴在饲料内含量的确定(庫烏齊克国立农叶科学研究所) 为了弄清楚沼泽土饲料的导病作用,曾进行了由两个部分组成的试验:泥炭土施肥试验和牲畜饲养试验。

在所有的施肥试验区都施用了钾盐和过磷酸钙,而在割草场还额外施用了爱沙尼亚磷灰土,肥料的施用量如表1所列。

表 1

试 验 区	40%(有效成分)的钾盐	过 磷 酸 钙	磷 灰 土
	公斤/公顷		
割草场	150	100	200
混播谷物	200	200	—
馬鈴薯	300	350	—

除了这些主要肥料以外,在各个试验地的三分之一面积上每公顷加施了胆礬35公斤,在另三分之一面积上每公顷加施了胆礬35公斤和氯化钴3公斤。在最后的三分之一面积上不另外加施肥料。分作三部分的试验面积的饲料,是单独地收获和分别地储存在单独的房屋内。

然后,用试验区收获的饲料对三组母牛进行饲养试验;每组为两头爱沙尼亚黑斑种母牛,其年龄、体重、营养状况、产乳量和怀孕期均大致相同。每组母牛是喂给施用不同肥料的而相同种类的各种饲料:栽培的沼泽土干草、混播谷物的藁程、混播谷物粉料和馬鈴薯;矿物盐只加喂食盐。饲养试验继续了7个多月。在结果中确定了下述几点。

获得仅施用主要肥料的各种饲料的母牛,表现出对粉料和馬鈴

薯食慾不振；获得除了施用主要肥料以外还加施胆礬的各种飼料的母牛，特別表现出对粉料和对栽培的沼澤土干草食慾不振。到試驗結束时，这两組母牛大大地減輕了体重（減輕了 10.0 公斤；45.7 公斤；58.3 公斤和 61.5 公斤），其毛被已变为蓬松的和無光澤的，尾椎軟化，血流內嗜伊紅白血球量增加（10.6%—14.3%）。

获得栽培在施有鈷鹽的土壤上的飼料的母牛，都吃完了給它們規定的所有飼料。到試驗結束时它們的体重分別增加了 24.3 公斤和 53.7 公斤；其血液內嗜伊紅白血球量是正常的（6% 和 5.4%）。

概括这些試驗时可以作出結論說：泥炭土施用鈷鹽（加入主要肥料和胆礬中）曾可預防沼澤地病的發生和保證在已垦沼澤地的村庄發展畜牧業的可能性。

在有患沼澤地病的牲畜的农場使用鈷鹽的試驗 根据鈷在与沼澤地病相似的物質代謝病中的良好作用的文献資料，委员会認為試驗用这种物質来作为抗沼澤地病的藥剂是合理的。在两个农場对患有典型病的母牛进行了試驗，这些母牛对栽培的沼澤土干草、粉料、馬鈴薯丧失了食慾，出現了味覺倒錯和消瘦。在这些母牛所飲用的水中，开始按每头加入一食匙濃度为 4:1000 的氯化鈷溶液。在这些农場，对健康的牲畜也餵給鈷鹽作为預防之用。

在 1 个月过程中，对受治疗的牲畜进行了观察。經發現，鈷的使用产生了極為良好的效果。牲畜的食慾不断地改善了，已不再吃不适于食用的东西，嗜異癖現象已消失；营养狀況已得到改善，产乳量也提高了。

經用鈷进行預防处理的牲畜，在長时期（冬季和春季）內沒有出現沼澤地病的任何征狀。

在土壤为沙土的农場，也进行了鈷鹽治疗試驗。同时效果也是良好的。在餵用鈷鹽一週后，牲畜即开始增進食慾，消失了舐食傾向，餵用鈷鹽 1 个月后看起来牲畜已完全健康了；它們的粘膜已具有正常色澤，营养狀況和产乳量都已完全令人滿意。

在散佈有这种疾病的地区，养畜者根据所获得的資料已独自开

始对病畜进行钴鹽治疗,并且到处都获得了良好的效果。

結 論

钴鹽能对患沼澤地病的牲畜产生保健作用,而在恢复健康上也能起作用。

在开垦以扩大集体农庄、农业生产合作社和国营农場的飼料基地为目的的沼澤地时,应该使用钴鹽作为肥料,因为钴可以提高这种土地的飼料的品質。

为了預防沼澤地病,已垦地应该額外施用钴鹽或把钴鹽掺入沼澤土飼料来飼餵牲畜。这些措施可以促使我們的畜牧业迅速的恢复和进一步的發展。

[陈業文譯 張仲葛校]

关于镉在动物体和人体内的存在 及其作用

A. O. 沃依納尔

镉在动物体内的存在，到目前为止仅对一些無脊椎动物获得了証实。

Е. Г. 利普斯卡娅(Липская) 借助于 A. O. 沃依納尔研究出的镉吡啶仲比色法和光谱圖解法所进行的研究曾得以証明，镉是在所研究过的脊椎动物亞門各个綱(魚綱、兩棲綱、爬虫綱、哺乳綱)以及人的代表机体內可以經常遇到的微量元素。

人和哺乳动物的肝臟和腎臟可在最大程度上、而兩棲动物的肝臟和腎臟可在稍遜程度上具有从血液內集中镉的能力。爬虫动物 Chelonia 的肝臟集中镉的能力不大；爬虫动物 Sauria 和禽类的肝臟对镉的集积是很微小的。

根据 Е. Г. 利普斯卡娅的資料，肝臟內的镉是包含在易离解的金属蛋白的綜合体的成份中的。

Н. Б. 納謝里斯基(Насельский) 在我們的實驗室进行了人胎兒在各个胎兒期和人在出生后各生活期体内镉含量按年龄而变化的研究，这种研究給予了确定镉按年龄分佈的一定規律的可能性。

现在把人胎兒各器官內镉含量的資料列在表 1 中。

从表中可以看出，在胎兒發育早期胎兒大部分器官內镉的含量都很大，到了 5 个月镉的含量即下降，以后又有增加，至 6—7 个月即达到最高含量，而至出生时又重新下降。

现在把人出生后各时期镉在其器官和組織內的分佈情况列在表 2 中。

从表 2 中可以看到，在肝、腎和脾內镉的含量是随着年龄的增加

表 1 按胎兒年齡不同的各器官的鎘平均含量

胎兒年齡 (月)	肝 臟	腎 臟	心 臟	肌 肉	肺	皮 膚
	鎘含量 (每百克灰分內的微克數)					
4	1176	470	1282	1247	277	471
5	289	42	695	219	74	62
6	1648	641	199	74	58	476
7	619	134	687	334	268	354
8	468	583	—	413	264	—
9	295	344	—	411	65	79

表 2 在不同年齡時期人體器官和組織內的鎘含量
(按普通的光譜分析)(每百克灰分內的毫克數)

器官和組織	人 的 年 齡				按化學比色法(用喏岐仲) 的資料胎兒器官內的鎘平 均含量
	4'岁	18岁	40岁	64岁	
肝臟	3.5	10	16	16	0.748
腎臟	0.5	8	20	20	0.369
睪丸	0.3	0.5	1.0	0.5	—
甲狀腺	0.5	1.0	1.0	1.0	—
胰腺	—	1.5	1.5	—	0.283
脾臟	0.3	0.3	1.0	1.5	0.303
生殖肌	1.0	3.0	3.0	3.0	0.405
膀胱	1.0	1.0	1.0	1.0	—
胃(肌肉層)	1.0	1.0	1.0	1.0	—
心臟	2.0	3.0	3.0	3.0	0.623
皮膚	—	0.3	0.5	—	0.304
腦髓	0.2	0.3	0.3	—	由微量至 0.031
肺	—	0.2	0.2	—	0.168

而显著地增加的。

H. B. 納謝里斯基对鎘化物生物学活动性的研究,使得能确定了下列的資料。

在对試驗动物(家兔)的試驗中,經証明了鎘化物对醣类代謝的

影响。

在用 0.2% 氯化鎘的生理溶液(金屬鎘数量相当于 2 毫克)給家兔进行靜脈注射时,曾發現其有繼續約 1—2 小时的明显的血糖过多。

鎘可以显著地加强和延長同时給家兔注射的腎上腺素的血糖过多的效应。

在用离体肝試驗去研究鎘对腎上腺素活动性的影响时,已証实了用活的动物时所获得的資料。經确定,腎上腺素可增加离体肝对別尔富查特(Перфузат)以葡萄糖的供給,而腎上腺素的这种效应是在各种濃度的氯化鎘同时通过肝臟时获得加强的。

腎上腺素糖原分解活动性的强度是依下列每毫升溶液內鎘的濃度而改变的:

鎘含量(毫克/毫升)	糖原分解增加(%)
0.0001	32
0.001	20
0.1	11

在家兔的試驗中表明,皮下注射时鎘能够稍为減弱同时注射的胰島素的血糖过少的效应,而可延長它的作用和減輕胰島素的痙攣性效应。在这方面,鎘的作用儼如胰島素含鋅制剂被延長的效应。

为了闡明鎘对胰島素活动性的作用的本質,曾經用家鼠的肝臟切片和离体橫隔肌进行过試驗。曾研究了不同鎘用量对上述家鼠体組織糖原分解过程和利用葡萄糖过程的影响。

在表 3 中,列举出在含葡萄糖的培养基內沒有鎘和有不同濃度的鎘时家鼠离体橫隔肌內糖原含量动态的資料。

从表 3 可以看出,离体橫隔肌組織內的糖原分解作用是会受到鎘抑制的。

各种濃度的鎘化物都可以压制胰島素的刺激糖原分解的作用(表 4)。

可以設想,鎘可以压阻利用葡萄糖的、受胰島素刺激的己糖磷酸化酶的反应。

表 3 没有镉和有不同浓度的镉时家鼠离体横膈肌内糖原含量动态
(为糖原原含量的%)

培养基内没有镉时	培养基内有镉时(浓度为毫克/毫升)			
	0.01	0.001	0.0001	0.00001
糖 原 含 量 (为原含量的%)				
139.1	110.9	—	—	—
193.4	152.5	—	—	—
421.3	365.6	—	—	—
508.9	435.8	—	—	—
317.6	300.0	—	—	—
145.6	128.3	—	—	—
309.0	230.3	—	—	—
303.6	106.0	237.0	244.6	237.4
209.6	184.6	188.5	207.7	—
148.5	142.3	137.1	93.8	111.3

表 4 没有胰岛素和有胰岛素及有胰岛素+不同浓度的镉时
家鼠离体横膈肌内糖原含量动态

培养基内 没有胰岛素时	培养基内 有胰岛素时	培养基内有胰岛素+不同浓度(毫克/毫升)的镉时		
		0.01	0.0001	0.00001
糖 原 含 量 (为原含量的%)				
317.6	417.6	370.6	—	—
145.6	319.6	184.6	—	—
309.0	684.8	266.7	—	—
209.6	261.5	238.5	211.5	107.7
197.6	304.8	—	292.9	135.7

H. B. 納謝里斯基在家兔試驗中研究镉对肝臟內的合成过程的影响的試驗研究表明, 镉除了可以加强肝臟內糖原的分解以外并能压制肝臟抗毒素的机能。这表现在可化合为馬尿酸的苯甲酸鈉含量

百分比的显著降低上。

镉化物可对动物体内的氧化过程产生显著的影响，这可以根据输入的酚的氧化来判断。

对家兔的试验表明，用 2 毫克镉进行静脉注射可使输入酚的氧化条件急剧恶化。排出未氧化的酚的平均量为 9.5%；在注射镉后未氧化酚的数量增加到 37—48%。

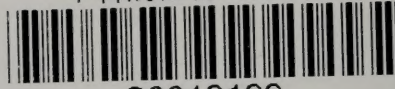
镉可以影响某些酶系的活动性，使脲酶和精氨酸酶活动化，可加入精氨酸酶成份中或代替其天然金属成员(A. O. 沃依纳尔)。

根据 H. B. 纳谢里斯基的资料，镉不能影响碳酸酐酶的活动性，不加入酶纯化剂的成份。镉也不影响肝脏磷酸酶的活动性。

同时，镉对组织膨胀过程也不发生影响。只有浓度很大的镉才能减轻脑髓和肌肉胶体的膨胀，显然，这是由于镉对组织蛋白质的凝固作用所致的。

[陈业文译]

中科院植物所图书馆



S0019199

書號	3511109	書號	58.84317
書名	植物生理學的微生物學		
著者			
出版處			

58.84317

書 號 743

登記號 3511109

